

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

# Sistema de Gestión de la Calidad para un Obrador de Pan



Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

David Azcona Aizcorbe

Ángel María Andueza Unanua

Pamplona, 11 de Junio de 2020

# Resumen



## RESUMEN

Este TFG consiste en ampliar el primer proyecto realizado en la asignatura de Oficina Técnica, en el cual había que adecuar una nave industrial para la implantación de un obrador de pan y diseñar tanto su proceso productivo como la distribución de los espacios dentro de la nave. Dicha ampliación se ha hecho en el ámbito de la gestión de la calidad, para elaborar parte de un manual de calidad cuyo objetivo es controlar y asegurar la calidad de las barras de pan que se elaboran en el obrador.

Para diseñar el sistema de gestión de calidad del obrador en cuestión, se ha tomado como referencia la normativa ISO 9001:2015, que marca las pautas para implantar los conceptos de gestión de la calidad y de mejora continua en las empresas. Esta norma es aplicable a cualquier estructura organizativa.

En concreto, se han aplicado los capítulos 8, 9 y 10 de la norma que hablan de las operaciones, la evaluación del desempeño y la mejora, respectivamente. Para su aplicación, primero se hizo una revisión del proyecto tomado como base y se introdujeron mejoras que más adelante se detallarán. Esta revisión consistió en investigar más a fondo el proceso de elaboración del pan, para poder diseñar un Diagrama de Flujo realista y con suficiente detalle para desarrollar a partir de él el resto del trabajo.

Una vez estuvieron bien definidos las etapas del proceso y los parámetros que se querían controlar en cada una de ellas, se realizó un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para identificar los potenciales fallos que podía tener el sistema e intentar anticiparse a ellos. Esta metodología de trabajo permite descubrir los puntos más débiles del proceso productivo o aquellos que podría tener un mayor impacto en la calidad del producto, permitiendo la toma de acciones sobre ellos para poder prevenirlos o minimizar su efecto.

Tras identificar los posibles fallos del sistema, se diseñan controles en distintos puntos del proceso que permitan identificar si estos problemas están apareciendo o el funcionamiento del proceso está siendo el deseado. Estos controles aparecerán reflejados en un Plan de Control, que especifica cuáles serán estos controles, con qué frecuencia se harán, cuál será el instrumento de medida y otros aspectos que más adelante serán detallados.

Con los tres documentos anteriores, se han redactado las Instrucciones de Trabajo para los operarios del obrador. Estas instrucciones servirán a los trabajadores para saber cómo realizar sus tareas en cada etapa del proceso, además de las inspecciones que deberán realizar para cumplir con los objetivos de calidad de la empresa. Deberá ser un documento claro y explícito, que sin mayor explicación que la que ahí viene detallada, se pueda realizar la tarea tal y como desea la persona que ha diseñado el proceso.

Además, se han elaborado otros documentos adicionales para mantener en el tiempo el sistema diseñado. Estos permitirán hacer más robusto el control del proceso, proveyendo a los operarios de herramientas para llevar a cabo el seguimiento del proceso, y también para asegurar que los equipos de medida y las máquinas funcionan correctamente.

Se han planteado acciones de mejora continua que podrían implantarse en el obrador para que el sistema diseñado esté continuamente evolucionando y siendo la mejor versión de sí mismo.



# Índice



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	13
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	15
HISTORIA Y ESTADO DEL ARTE – SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD .....	19
DESARROLLO DEL TRABAJO.....	25
BASE DE PARTIDA .....	25
ESTRUCTURA DEL TRABAJO .....	31
DIAGRAMA DE FLUJO .....	35
INTRODUCCIÓN (DF) .....	35
DIAGRAMA (DF).....	37
EXPLICACIÓN DE LAS FASES (DF) .....	38
LISTADO DE MÁQUINAS (DF) .....	42
AMFE (ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS).....	45
INTRODUCCIÓN (AMFEP) .....	45
PARÁMETROS FUNDAMENTALES (AMFEP).....	47
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (AMFEP) .....	51
DOCUMENTACIÓN (AMFEP).....	54
PLAN DE CONTROL .....	67
INTRODUCCIÓN (PC) .....	67
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (PC) .....	68
EQUIPOS DE MEDIDA (PC).....	71
DOCUMENTACIÓN (PC).....	72
INSTRUCCIONES DE PROCESO.....	81
INTRODUCCIÓN (IP).....	81
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (IP).....	82
DOCUMENTACIÓN (IP) .....	83
HOJAS DE REGISTRO .....	95
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (HR).....	95
DOCUMENTACIÓN (HR) .....	96
TPM .....	101
INTRODUCCIÓN .....	101
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	103
DOCUMENTACIÓN .....	104



SCADA.....	111
INTRODUCCIÓN .....	111
SCADA APLICADO AL OBRADOR.....	112
TRAZABILIDAD .....	117
PLAN DE CALIBRACIÓN.....	123
INTRODUCCIÓN (PCA) .....	123
DOCUMENTACIÓN (PCA).....	124
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	127
SISTEMA DE SUGERENCIAS .....	131
KAIZEN/WORKSHOPS .....	135
CONCLUSIONES .....	139
LÍNEAS FUTURAS .....	140
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	142
ANEXOS 1 .....	147
CÁLCULO DEL NÚMERO DE BARRAS POR BANDEJA EN LOS CARROS .....	147
ANEXOS 2 .....	149
HOJA DE CARACTERÍSTICAS AMASADORA .....	149
HOJA DE CARACTERÍSTICAS ELEVADORA .....	150
HOJA DE CARACTERÍSTICAS TROCEADORA .....	151
HOJA DE CARACTERÍSTICAS BOLEADORA .....	152
HOJA DE CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE REPOSO.....	153
HOJA DE CARACTERÍSTICAS FORMADORA.....	154
HOJA DE CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE FERMENTACIÓN .....	155
HOJA DE CARACTERÍSTICAS HORNO .....	156
HOJA DE CARACTERÍSTICAS BÁSCULA.....	158
HOJA DE CARACTERÍSTICAS CAUDALÍMETRO .....	159
HOJA DE CARACTERÍSTICAS TERMÓMETRO/HIGRÓMETRO .....	160
HOJA DE CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE PH.....	161
HOJA DE CARACTERÍSTICAS Sonda DE TEMPERATURA.....	162
HOJA DE CARACTERÍSTICAS Sonda HUMEDAD .....	163

## ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1: Máquinas iniciales .....	26
Tabla 2: Superficies de la nave .....	27
Tabla 3: Cálculos necesidades por lote obrador inicial .....	27
Tabla 4: Listado de Máquinas final.....	42
Tabla 5: Puntuaciones de la Gravedad.....	47
Tabla 6: Puntuaciones de la Ocurrencia.....	48
Tabla 7: Puntuaciones de la Detección .....	48
Imagen 1: Ejemplo de ANDON .....	57
Imagen 2: Ejemplo manómetro TPM .....	103
Imagen 3: Esquema de conexiones SCADA .....	113
Imagen 4: Ejemplo código alfanumérico .....	118
Imagen 5: Ejemplo código QR .....	118
Imagen 6: Ejemplo RFID .....	118
Imagen 7: Ejemplo código de barras .....	118
Imagen 8: Ejemplo micropercusión .....	118
Imagen 9: Ejemplo rayado .....	118
Imagen 10: Ejemplo etiqueta .....	118
Imagen 11: Ejemplo inyección de tinta .....	118
Imagen 12: Ejemplo láser .....	118
Imagen 13: Ejemplo circuito impreso .....	118
Imagen 14: Ejemplo etiqueta trazabilidad .....	119
Figura 1: Diagrama de flujo inicial.....	25
Figura 2: Distribución en planta de la nave.....	26
Figura 3: Ciclograma obrador inicial.....	28
Figura 4: Reparto tareas operarios obrador inicial .....	28
Figura 5: Estructura del trabajo.....	31
Figura 6: Diagrama de Flujo final.....	37
Figura 7: Esquema de cortes de una barra de pan.....	40
Figura 8: Plantilla AMFE de Proceso.....	51
Figura 9: AMFE de Proceso Fase 10 .....	54
Figura 10: AMFE de Proceso Fases 20 y 30 .....	56
Figura 11: AMFE de Proceso Fase 40 .....	57
Figura 12: AMFE de Proceso Fase 50 .....	58
Figura 13: AMFE de Proceso Fase 60 .....	59
Figura 14: AMFE de Proceso Fase 70 .....	60
Figura 15: AMFE de Proceso Fase 80 .....	61
Figura 16: Plantilla Lista Acciones Implantadas .....	62
Figura 17: Lista de Acciones Implantadas .....	63
Figura 18: Plantilla Plan de Control .....	68
Figura 19: Listado Equipos de Medida .....	71

Figura 20: Plan de Control Fase 10.....	72
Figura 21: Plan de Control Fases 20 y 30.....	73
Figura 22: Plan de Control Fase 40.....	74
Figura 23: Plan de Control Fase 50.....	74
Figura 24: Plan de Control Fase 60.....	75
Figura 25: Plan de Control Fase 70.....	76
Figura 26: Plan de Control Fase 80.....	77
Figura 27: Instrucciones de Proceso Fase 10 .....	83
Figura 28: Instrucciones de Proceso Fase 20 .....	85
Figura 29: Instrucciones de Proceso Fase 30 .....	87
Figura 30: Instrucciones de Proceso Fase 40 .....	88
Figura 31: Instrucciones de Proceso Fase 50 .....	89
Figura 32: Instrucciones de Proceso Fase 60 .....	90
Figura 33: Instrucciones de Proceso Fase70 .....	91
Figura 34: Instrucciones de Proceso Fase 80 .....	92
Figura 35: Plantilla Hoja de Registro .....	95
Figura 36: Hoja de Registro Fase 10 .....	96
Figura 37: Hoja de Registro Fase 20 .....	97
Figura 38: Hoja de Registro Fase 40 .....	97
Figura 39: Hoja de Registro Fase 60 .....	97
Figura 40: Hoja de Registro Fase 60 .....	98
Figura 41: Hoja de Registro Fase 80 .....	98
Figura 42: Gráfico TPM.....	102
Figura 43: TPM Ficha 10.01 .....	104
Figura 44: TPM Ficha 20.01 .....	105
Figura 45: TPM Ficha 30.01 .....	105
Figura 46: TPM Ficha 40.01 .....	106
Figura 47: TPM Ficha 50.01 .....	106
Figura 48: TPM Ficha 70.01 .....	107
Figura 49: TPM Ficha 80.01 .....	107
Figura 50: Listado de equipos con salida de datos.....	112
Figura 51: Plan de Calibraciones .....	124

# Introducción

## Justificación y Objetivos



## INTRODUCCIÓN

Para la redacción de este TFG se ha utilizado como base el primer proyecto realizado en la asignatura de Oficina Técnica. Este proyecto consistía en diseñar un proceso para la elaboración de pan con masa madre atendiendo los requisitos de un cliente, quien nos encargaba el trabajo con una serie de especificaciones.

Además de investigar sobre el pan y de diseñar una línea de producción acorde a las demandas de producción del cliente, había que adecuar una nave industrial ya existente para incluir en ella la línea de producción y otros espacios adicionales.

El trabajo se realizó diseñando un proceso de elaboración de pan sencillo, para el cual se eligieron una serie de máquinas que pudieran cumplir con los objetivos de producción diaria de pan establecidos por el cliente. En esta parte del proyecto anterior es alrededor de la cual girará el presente TFG.

A partir del proceso definido de elaboración de pan, se ha ampliado y mejorado dicho proceso, incluyendo nuevas fases del mismo y mejorando algunas de las ya existentes. Se le ha dado un carácter más realista, pudiendo llegar a implantarse en un obrador real de pan.

Se han incorporado nuevas máquinas para realizar las nuevas tareas del proceso y también se han sustituido algunas de las ya existentes por otras más adecuadas al nuevo proceso.

Con el proceso de producción del pan bien definido y con las máquinas escogidas, se ha analizado el proceso en busca de sus debilidades y sus potenciales fallos, con el objetivo de hacer un proceso que provea al producto final de una calidad acorde a las demandas del cliente. Este análisis vendrá recogido en un AMFE de proceso para cada fase del proceso productivo.

A partir de dicho AMFE, se han diseñado controles e inspecciones para evitar y detectar la aparición de los potenciales fallos del proceso. Para llevar a cabo estas acciones, se han seleccionado una serie de equipos de medida adecuados a las condiciones del obrador. Los detalles de los controles y de cómo realizarlos vendrán recogidos en un Plan de Control.

Tanto emplear los mecanismos de control como detectar los eventuales fallos del proceso, serán tareas de los trabajadores de producción del obrador. Para que realicen estas labores de forma adecuada, deberán estar explicadas y detalladas, de forma clara y precisa, en unas Instrucciones de Proceso accesibles en cada puesto de trabajo.

El sistema diseñado en las etapas anteriores podría degenerar con el tiempo volviendo a un estado inicial, en el cual los controles no son efectivos. Para hacer todo el sistema robusto en el tiempo, se almacenarán los datos obtenidos en las inspecciones y controles del proceso en unas Hojas de Registro, se calibrarán periódicamente los equipos de medida y se llevarán a cabo acciones de mantenimiento (TPM) en todo el proceso.



## JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Los conceptos y herramientas aplicados en este TFG son utilizados a nivel global en la industria y en las empresas para garantizar que las actividades que se realizan tienen la calidad buscada. Además de garantizarla, también deben certificarla ante sus clientes para diferenciarse de sus competidores. En la búsqueda de la satisfacción total de los clientes, la gestión de la calidad es clave para las empresas.

Su uso en este TFG se justifica en que son procedimientos que todo ingeniero se va a encontrar en una empresa de cualquier sector cuando termine el Grado y salga al mundo laboral. Estar familiarizado con lo expuesto en este proyecto será de gran ayuda en la carrera profesional del ingeniero tras el paso por la universidad.

Los objetivos que se buscan en este TFG son:

- 1) Diseñar parte de un manual de calidad para implantarlo en la línea de producción de baguettes de un obrador de pan
- 2) Aplicación de parte de la norma ISO 9001:2015 para dicho manual, en concreto los capítulos 8, 9 y 10:
  - a. Operación (8)
  - b. Evaluación del desempeño (9)
  - c. Mejora (10)
- 3) Establecer procedimientos e instrucciones para los procesos involucrados en la formación de las barras de pan
  - a. Controles de calidad
  - b. Instrucciones de proceso
  - c. Mantenimientos
  - d. Calibraciones
  - e. Mejora continua
- 4) Aplicación del TPM al proceso
  - a. Cero defectos
  - b. Cero averías
  - c. Cero accidentes
- 5) Aprendizaje de conceptos de ingeniería de proceso y control de la calidad
- 6) Aprender a realizar la documentación que recoge todo lo anterior
- 7) Conocer técnicas de trabajo aplicadas globalmente en industria





# Historia y Estado del Arte



## HISTORIA Y ESTADO DEL ARTE – SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

Hoy en día cada vez son más las exigencias que debe cumplir un cierto producto para poder ser puesto a la venta o para destacar entre sus competidores. El mercado es tan extenso para casi cualquier tipo de producto, bien o servicio, que las empresas están obligadas a diferenciarse del resto y a poder asegurar que lo que venden es lo mejor de su clase. Además de esto, cada vez existe un mayor número de regulaciones puestas por los gobiernos que dicho producto debe cumplir en materia de seguridad, sanidad, etc., para poder venderse al público o a otras empresas.

Para poder cumplir con todas estas directrices, las empresas deben ser capaces de asegurar que su producto cumple dichas especificaciones. Aquí es donde entran en juego los sistemas de gestión de calidad. Estos sistemas son la forma que tienen las empresas de controlar sus procesos productivos, de controlar que no se producen fallos durante los mismos que afecten a la calidad final del producto y de asegurar que cumplen con los estándares exigidos.

Sin embargo, estos conceptos no son nuevos si no que ya aparecieron durante el siglo XIX cuando en la Revolución Industrial se sustituyó el trabajo manual por el trabajo mecánico. Más tarde, durante la Primera Guerra Mundial, las cadenas de producción adquirieron una mayor complejidad y apareció la figura del inspector, que se encargaba de supervisar las acciones de los operarios y su conformidad. Se podría decir que fue el primer acercamiento de control de la calidad [1].

A partir de la década de 1930 se introdujo la estadística a los procesos de inspección. Esto hizo que ya no fuera necesario inspeccionar el 100% de las piezas, lo que supuso una considerable reducción de costes.

Durante la Segunda Guerra Mundial volvieron a replantearse la necesidad de un mayor control de la calidad surgido con el problema de los paracaidistas. No era admisible que un paracaídas no se abriera y provocara la muerte de una persona, pero tampoco se podía probar si funcionaban correctamente hasta el momento de su uso. De esta problemática surgió la necesidad de un mayor control de los procesos productivos, que supuso introducir controles intermedios en el proceso que controlaban la calidad en diferentes fases del mismo.

Los años pasan y los procesos productivos siguen evolucionando, haciendo mayor énfasis en la calidad que en la cantidad. Ya en la década de los 80 y de los 90, la calidad pasa a ser un proceso estratégico dentro de la organización de las empresas y se introducen los procesos de mejora continua. Se toman las necesidades del cliente como centro de acción y la calidad pasa a ser una ventaja competitiva.

Desde finales del siglo XX hasta la fecha actual, desaparece la distinción entre producto y servicio. Todas las partes del proceso productivo forman parte de un nuevo concepto, la Calidad Total. El cliente adquiere un mayor protagonismo y su satisfacción se convierte en el principal indicador de la calidad para la empresa.

En la actualidad los Sistemas de Gestión de la Calidad están extendidos globalmente y son una parte fundamental de las empresas.

Sin embargo, existen distintos estándares entre los que una empresa puede elegir a la hora de realizar sus sistemas de gestión de la calidad [2].

- ISO 9000: es un conjunto de normas para el control y gestión de la calidad, redactadas por Organización Internacional de Normalización.
- EFQM (Fundación Europea para la Gestión de la Calidad): es una organización creada para impulsar la excelencia de las organizaciones europeas y mejorar la competitividad con la autoevaluación como clave del éxito.
- OHSAS 18001: 2007: es el estándar aplicable a Sistemas de Salud Ocupacional y Administración de la Seguridad.
- ISO/IEC 27001: 2005: en cuestiones de seguridad informática y técnicas de seguridad.
- AS9100(C): 2009: específica para la industria aeroespacial.
- IATF: estándar específico para la industria del automóvil.

Dentro de la ISO 9000 existen varias normas, encargadas cada una de un ámbito distinto dentro del control de la calidad. A continuación se exponen algunas de ellas:

- ISO 9001:2015: establece los requisitos de los sistemas de gestión de calidad para poder cumplir eficazmente los requisitos del cliente y los reglamentarios. Es certificable.
- ISO 9004:2009: proporciona directrices para mejorar la eficacia y la eficiencia de los sistemas de gestión.
- ISO 9000:2005: describe los términos utilizados y las descripciones de los principios de un sistema de gestión de calidad.
- ISO 19011:2018: proporciona orientación sobre la auditoría de sistemas de gestión.

# Desarrollo del Trabajo



# Base de Partida





## DESARROLLO DEL TRABAJO

### BASE DE PARTIDA

Como se ha comentado anteriormente, la base de partida para este proyecto es el trabajo realizado de diseño de un obrador de pan para la asignatura de Oficina Técnica. En este trabajo, se encargaba la adecuación de una nave industrial para la instalación de un obrador de pan elaborado con masa madre. Los requisitos del cliente para el proyecto eran los siguientes [3]:

- 1) Producción esperada de 2000 baguettes al día, de 270 g cada una.
- 2) Pan elaborado con masa madre y un proceso de larga fermentación
- 3) El formado de las barras podrá ser automatizado pero utilizando maquinaria independiente, no líneas automatizadas de producción completas.
- 4) Diseño de una serie de espacios adicionales tales como oficina, zona de catas, zona de i+d, etc.
- 5) El obrador tendrá un espacio de venta al público donde hará venta minorista de parte de las barras, la otra parte de las barras las venderá a otros negocios de venta de pan

Existían otros condicionantes relacionados con la modificación de la nave donde se iba implantar el obrador pero, para el trabajo que se busca hacer en este TFG, no son relevantes.

Con los datos anteriores, se debía diseñar un proceso de elaboración del pan que cumpliera con las especificaciones mencionadas. Se definieron una serie de fases para dicho proceso, plasmadas en el siguiente diagrama de flujo (tomado de [3]).

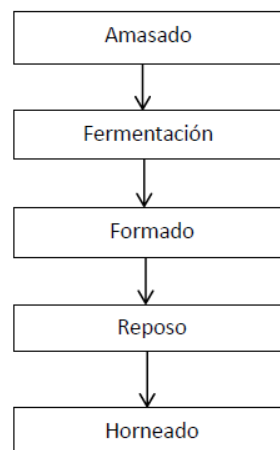


Figura 1: Diagrama de flujo inicial

Este diagrama es bastante simple y apenas incluye las etapas imprescindibles para elaborar el pan. Además, el flujo del proceso solo tiene un camino posible y sin ningún punto de toma de decisión en el camino. Esto supondría que el proceso siempre funciona correctamente y no se analiza en ningún punto el proceso para comprobar que la calidad del pan es la deseada.

En una situación real estas suposiciones serían imposibles y, por ello, se ha hecho una revisión y mejora del diagrama de flujo para que sea lo más semejante a un proceso real. El diagrama resultante es el que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Además de diseñar las fases del proceso, se debía organizar la producción diaria de pan para cumplir con el objetivo de 2000 baguettes/día. Para esta parte, se realizó una división de la producción en 5 lotes de 350 barras y un último lote de 250 para llegar a las 2000. Se realizaron cálculos, recogidos en el Anexo 1 de [3], de forma que se obtuvieron las necesidades que debían cumplir las máquinas escogidas para el proceso tales como, la capacidad de la cuba de amasado o el número de piezas por hora a las que podía dar forma la formadora.

Con todo lo definido previamente, se seleccionaron una serie de máquinas para elaborar las baguettes cumpliendo con los objetivos marcados.

Máquina	Marca	Modelo
Amasadora	Sveba Dahlen	MX 120
Formadora	Sveba Dahlen	BM-1
Horno	Sveba Dahlen	Serie I 160
Cámara fermentación	PS Group	Lev control
Cámara reposo	PS Group	MB 3006

Tabla 1: Máquinas iniciales

Sin embargo, estas máquinas servían para cumplir solamente las necesidades del proceso definido anteriormente, un proceso sencillo y poco realista. Como se verá en el siguiente capítulo, el proceso de elaboración de las baguettes ha sido rediseñado para asemejarse más a un proceso real. Para poder llevar a cabo este proceso mejorado, el listado inicial de máquinas ha sufrido también una mejora sustancial. Esta mejora se puede observar en la Tabla 4: Listado de Máquinas final.

Una vez conocidas las máquinas necesarias, se realizó un diseño de la distribución en planta de la nave industrial, que incluía todos los espacios requeridos por el cliente. El resultado fue el mostrado en la Figura 2.

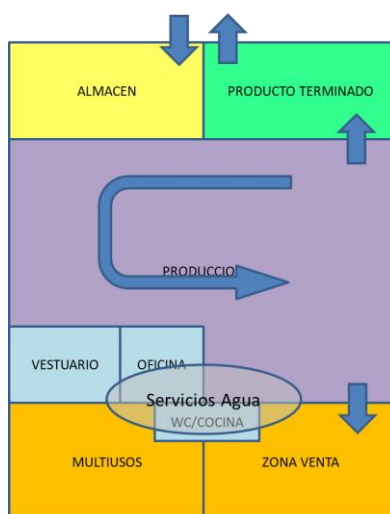


Figura 2: Distribución en planta de la nave

La nave contaba con una superficie utilizable de 500 m<sup>2</sup>, los cuales se repartieron de la siguiente manera (Tabla 2) entre los espacios definidos en la Figura 2.

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )
Venta y degustación	43,5
Sala multiusos	43,5
Zona producción	258,83
Oficina	9
Vestuario	16,08
Almacén	25,83
Producto terminado	26,72
Carga/descarga	31,01

Tabla 2: Superficies de la nave

Además, se realizaron cálculos para establecer el tiempo necesario de cada fase del proceso por cada lote de barras de pan. Estos cálculos vienen recogidos en la Tabla 3

Baguettes										
	Baguettes	Añadir		KG	Cada saco	Sacos	Redondeo	Minutos	Total	
AMASAR	350	Añadir las cantidades a la máquina de amasar								
		Suponemos tiene la materia, "alimentada" por el comodín, a pie de máquina								
	350	Harina	0,27	50%	47,25	25	1,89	2	0,5	1,0
	350	Masa madre	0,27	17%	16,07	16,07	1,00	1,00	0,25	0,3
	350	Agua	0,27	31%	29,30	20	1,46	1,50	1	1,5
	350	Sal	0,27	2%	1,89	25	0,08	0,10	2	0,2
		Pulsar marcha								0,03
					94,50					3,0
		Meter en la cámara la masa amasada			Cada carro	Carros				
FERMENTAR		Sacar masa de amasadora								0,5
		Llevar a Fermentadora								0,5
	350	Trocear y colocar en bandejas/carros		94,50	38,88	2,43	3,00	1		3,0
		Meter en la cámara la masa amasada								1
		Pulsar								0,03
										5,0
		La masa fermentada después de 23 horas (hecha el día anterior)								
FORMAR				Barras/hora				Minutos		
	350			1500				14,0	14,0	
		Las barras se introducen directamente de la salida de la formador a la cámara de reposo								
REPOSAR				Barras/hora				Minutos		
	350			1500				14	14,0	
		Sacar las barras a carros								
					Cada carro	Carros	Redondeo	Minutos	Total	
	350				144	2,43	3	1		3
		Se introducen los carros con las barras ya reposadas en el horno								
HORNEAR						Carros		Minutos	Total	
	350					3		0,5		1,5
		Llevar producto terminado								

Tabla 3: Cálculos necesidades por lote obrador inicial

Con los cálculos de la Tabla 3, se elaboró un ciclograma que recoge en detalle la organización de las tareas durante un turno de trabajo y su duración en el tiempo.

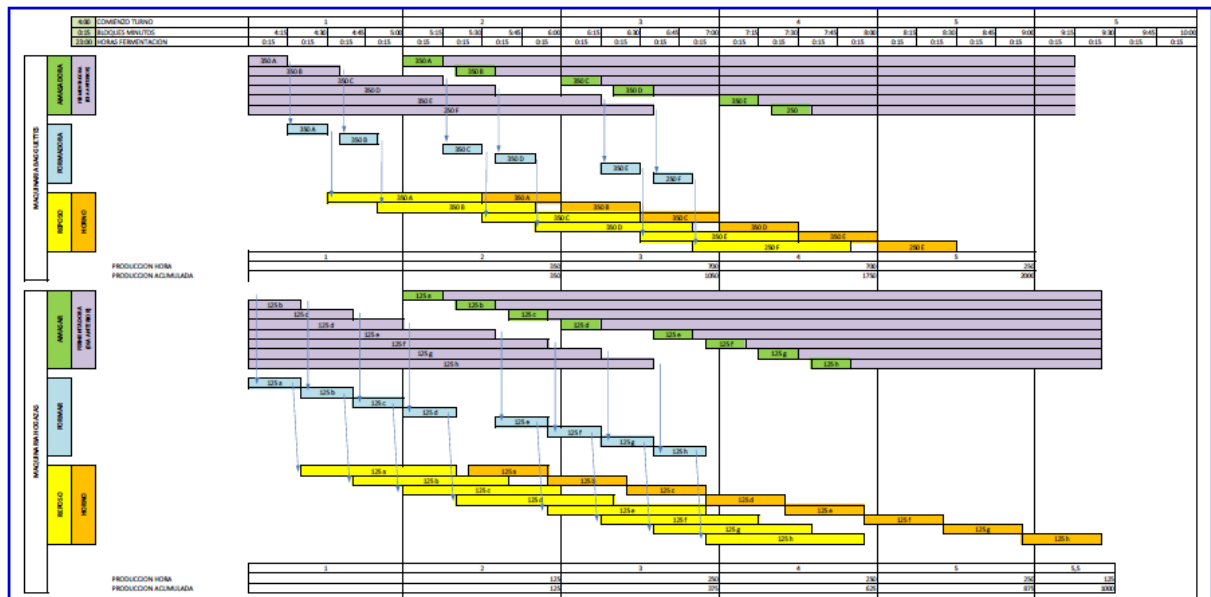


Figura 3: Ciclograma obrador inicial

Teniendo esta información, se pudo determinar que el número de trabajadores necesarios para llevar a cabo todas las tareas del obrador era de 3. Se realizó una distribución de tareas entre los tres operarios para cumplir con el ciclograma de la Figura 3.

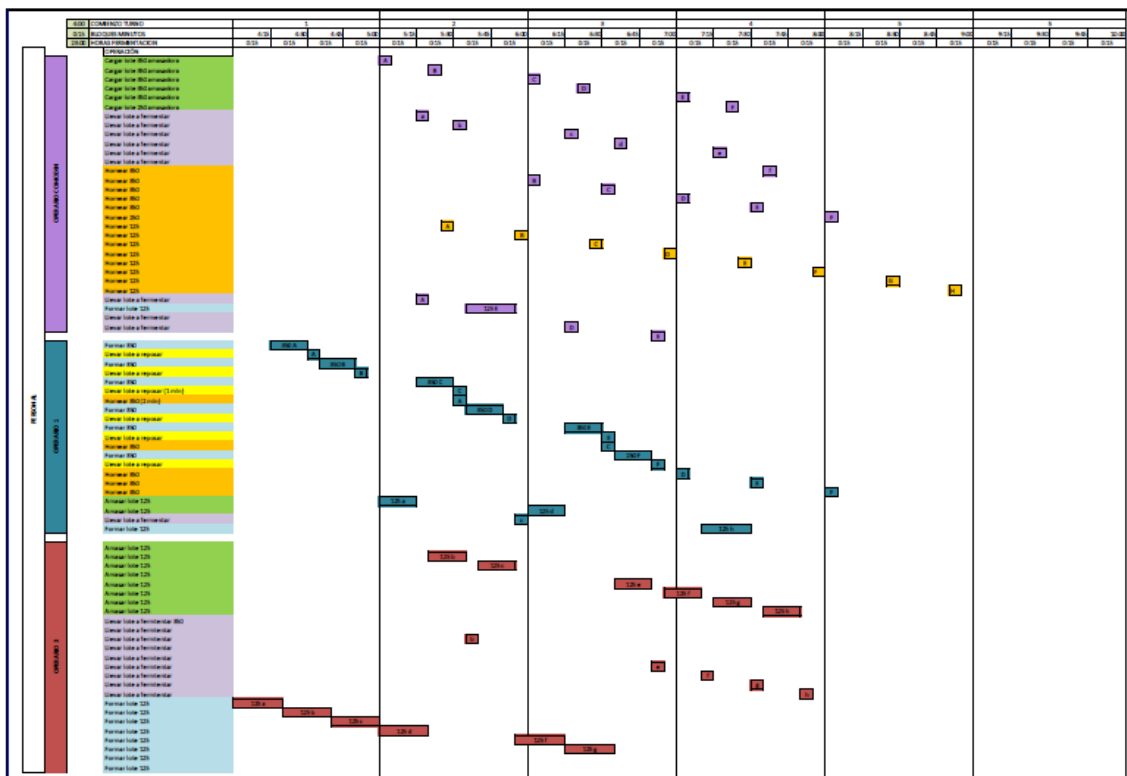


Figura 4: Reparto tareas operarios obrador inicial

# Estructura del Trabajo



## ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Las distintas etapas de este TFG se han desarrollado en un orden lógico de trabajo, ya que cada etapa requiere una etapa previa para poder ser realizada. Por ejemplo, para poder redactar el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) de proceso es necesario tener bien definidas las etapas del mismo, lo que implica haber realizado previamente el Diagrama de Flujo. Pero estas etapas no son estáticas, conforme se van realizando etapas posteriores, se pueden encontrar aspectos no contemplados que corresponderían a fases anteriores del trabajo. De esta forma, se van retroalimentando unas con otras hasta obtener un sistema bien desarrollado y afinado.

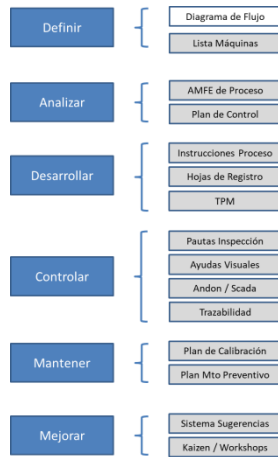
La estructura seguida se muestra en el siguiente diagrama, en el cual aparecen los conceptos base que se aplican al proyecto (izquierda), y la forma en que se traducen a documentos o tareas del proceso (derecha).



Figura 5: Estructura del trabajo







# Diagrama de Flujo



## DIAGRAMA DE FLUJO

### INTRODUCCIÓN (DF)

Un diagrama de flujo es una forma de representar gráficamente un proceso de cualquier ámbito que permite mostrar los pasos que conlleva dicho proceso en un determinado orden. Permiten tener una visión global del proceso en cuestión y obtener de forma rápida una idea de cómo funciona dicho proceso. Son extremadamente útiles para organizar procesos industriales y tener un mayor control sobre ellos.

Esta herramienta se utiliza como un primer paso cuando se quiere implantar un sistema de gestión de calidad en una empresa. Sirve para tener claras las operaciones que requiere el proceso que se está analizando y cómo están relacionadas entre sí. También permiten añadir puntos de toma de decisión en el proceso, llevando el resultado de dicha decisión a ramificaciones en el proceso.

Se utilizan diferentes formas geométricas para representar cada etapa del proceso que está siendo evaluado. Estas a su vez, están interconectadas por líneas o flechas que permiten seguir la dirección y el sentido en que se desarrolla el proceso.

En el diagrama de flujo de este proyecto se han usado los siguientes símbolos con sus correspondientes significados [18]:



1) Operación



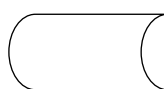
2) Preparación previa



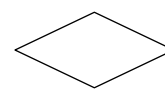
3) Inicio/Final



4) Hojas de trabajo



5) Almacenar dato



6) Toma de decisión



7) Paso del tiempo



8) Almacenamiento



9) Operación manual

- 1) Operación: este símbolo se utiliza para indicar las etapas del proceso en las que se realiza alguna operación sobre el producto. Ésta puede añadir valor al producto o no.
- 2) Preparación previa: indica que la parte del proceso a la que hace referencia conlleva una preparación previa para poder ser incluida en el proceso.
- 3) Inicio/Final: marca el comienzo y el fin del proceso.
- 4) Hojas de trabajo: se usa para indicar qué hojas dispondrá el operario en el puesto de trabajo.
- 5) Almacenar dato: indica que variables del proceso se guardarán para su posterior análisis. Este registro podrá ser manual o automático.
- 6) Toma de decisión: marca los puntos del proceso en los que deberá tomarse una decisión en cuanto a cómo seguir tratando ese producto. La decisión tendrá en cuenta alguna o varias características del proceso o el producto.
- 7) Paso del tiempo: indica que en ese punto el proceso es discontinuo, que requiere el paso de una cierta cantidad de tiempo entre una fase y la siguiente del proceso.
- 8) Almacenamiento: indica la parte del proceso en la que se almacenan materias primas o productos intermedios.
- 9) Operación manual: la operación indica en este símbolo es realizada de forma manual por un trabajador. No se involucra ninguna máquina que realice la tarea de forma automática.

Con los símbolos detallados y unidos entre sí mediante flechas, se ha elaborado un diagrama de flujo que detalla el proceso que se va a seguir en la elaboración del pan, además de las tareas adicionales que se realizarán alrededor de dicho proceso. Existe una mayor variedad de símbolos utilizados en las empresas para hacer estos diagramas, pero con los explicados anteriormente será suficiente.

En la siguiente página se muestra el diagrama de flujo completo para el proceso de producción de baguettes.

## DIAGRAMA (DF)

*El Obrero*

### FLOW CHART BAGUETTES

David Azcona  
Mayo 2020

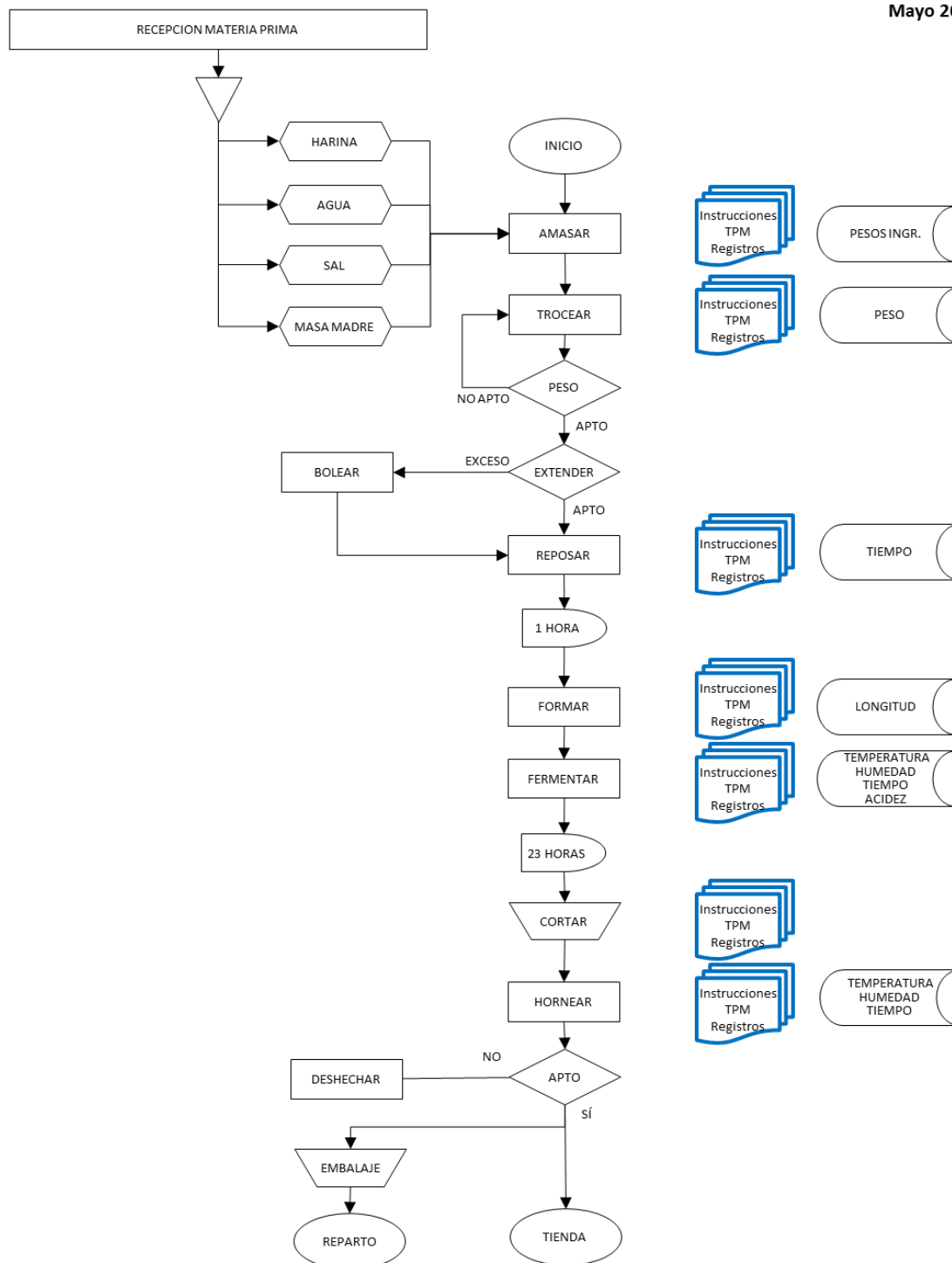


Figura 6: Diagrama de Flujo final

## EXPLICACIÓN DE LAS FASES (DF)

El diagrama de flujo diseñado se desarrolla, como se observa por el sentido de las flechas, de arriba hacia abajo. Este diagrama es válido para el proceso de elaboración de las **baguettes**.

Se han incluido en el diagrama la recepción de las materias primas (imprescindibles para poder elaborar la masa del pan) y su almacenamiento. Sin embargo, aunque estas son partes claves para poder desarrollar el proceso productivo, en el presente proyecto se ha centrado el trabajo en la propia elaboración del pan y el uso de las máquinas que ello conlleva. No se ha profundizado más allá de lo que se ve en el Diagrama de Flujo en aspectos como las preparaciones previas de los materiales, o el embalaje posterior para su envío.

En cuanto al proceso del pan, las fases quedan claramente establecidas en Figura 6. La información, en base a la cual se han diseñado las distintas fases del proceso y su orden en el mismo, viene recogida en [4].

### 1) Fase 10: Amasar

Se utilizará la Amasadora detallada en la Tabla 4, para verter los ingredientes necesarios y realizar un amasado a velocidad constante y rápida y con una duración de 15 minutos, evitando así la necesidad de hacer un reposo en bloque de la masa [4]. La máquina escogida tiene la característica especial de que, la cuba donde se realiza el amasado, es extraíble. De este modo, no es necesario un recipiente intermedio para llevar la masa de esta fase a la siguiente.

Para el modelo de Amasadora escogida, el fabricante ofrece opciones de capacidad de amasado de 80, 120, 160, 200 y de 240 kg. Como se muestra en los cálculos de la Tabla 3, el peso de cada lote que se quiere amasar es de 94.50 kg. Debido a esta condición, se ha escogido el modelo con capacidad para 120 kg de masa (MR120P).

### 2) Fase 20: Trocear

En esta fase, se divide la masa de la Fase 10 en porciones del peso deseado. En este proyecto, se busca que las baguettes tengan un peso de 270 g cada una. Para hacer esta división, se ha escogido la Troceadora SD 180 XS detallada en la Tabla 4, que permite dividir la masa en porciones de entre 50 y 1000 g. Las otras opciones permiten trabajar con trozos mayores de pan (se puede ver en su hoja de características incluida en ANEXOS 2), pero con el modelo escogido es suficiente.

El modelo estándar permite verter hasta 63 kg de masa en la tolva de recepción de la máquina. Para poder verter los 94.50 kg de masa que se quieren manejar por cada lote, el fabricante ofrece la opción de añadir una tolva de mayor capacidad, aumentando esta hasta los 150 kg de masa. Con este accesorio, se podrá echar la totalidad de la masa en la tolva de recepción de la Troceadora, reduciendo así los tiempos del proceso.

Sin embargo, el peso de la masa que se quiere verter es excesivo para que un trabajador lo pueda manejar adecuadamente. Por ello, se ha decidido añadir un Elevador para la cuba que realice esta tarea. Esta máquina es del mismo fabricante que la máquina para trocear la masa y se ha escogido, del catálogo del fabricante, para que sea compatible con la Troceadora elegida (incluido el accesorio mencionado). Más detalles en la Tabla 4.

### 3) Fase 30: Bolear

Como se puede ver en la Figura 6, esta fase no está dentro del flujo normal del proceso. Se ha establecido que tras la fase 20, se realizará una comprobación en la masa y se tomará la decisión de si es necesario bolear o no. Esta decisión se toma basándose en el documento [4], donde detalla que el boleado no es siempre necesario, solo en aquellos casos donde se aprecie falta de fuerza o extensibilidad en la masa. Para detectar esto, se ha establecido un control que más adelante se detallará.

El proceso se ha diseñado de tal forma que si todo va según lo previsto, esta fase no será necesaria. Podría haberse omitido y no haber contemplado el boleado en ningún caso en el proceso. Sin embargo, si la masa resultara con falta de fuerza y no se tuviera esta máquina, se debería desechar el lote entero. Esto no está en consonancia con los conceptos de TPM que se quiere implantar en la realización de este proyecto. Por ello, para minimizar desperdicios y costes asociados, se ha decidido incluir esta fase en caso de que fuera necesaria. La máquina escogido aparece en la Tabla 4.

### 4) Fase 40: Reposar

Esta fase tiene como objetivo dar un descanso a la masa tras las fases anteriores y que recupere la elasticidad necesaria para ser formada, con una duración de 15 minutos [4]. El reposo se hará en la Cámara de Reposo de la Tabla 4. Esta máquina no se ha modificado respecto a las Máquinas iniciales.

Como viene detallado en la Tabla 3, los lotes será de 350 barras cada uno. Para poder almacenar todas estas barras en una sola máquina, se ha escogido el modelo MB 3006 que permite almacenar hasta 400 barras de un peso de hasta 350 g por cada barra.

### 5) Fase 50: Formar

En esta parte del proceso, se dará forma de baguette a los trozos de masa provenientes de la fase anterior. Para ello se ha escogido la Formadora MO 300 de la Tabla 4. La máquina mencionada funciona ajustando la posición de una serie de rodillos por los que pasa la masa, obteniendo así la forma deseada. Debido a esta flexibilidad de la máquina, podría utilizarse en nuevas líneas de producto para elaborar otros tipos de pan.

Se ha escogido este modelo ya que, según el fabricante, es adecuado para forma baguettes. Además, permite formar barras de un peso entre 30 y 1800 g, lo cual se ajusta al tamaño de baguette que se quiere formar. Esta máquina puede dar forma hasta un máximo de 3000 barras/hora, cumpliendo así con la velocidad de formado de 1500 barras/hora que se busca, indicada en la Tabla 3.



## 6) Fase 60: Fermentar

Esta es la fase más larga de todas y provoca que sea un proceso discontinuo. Las especificaciones del proyecto previo pedían un pan de larga fermentación y se ha mantenido la duración de **23 horas** para la fermentación.

Esta etapa es la que tiene mayor influencia sobre el sabor y el aroma del pan. La fermentación provoca que la masa se hinche, permitiendo la obtención de un pan esponjoso y ligero, todo ello debido a la generación de gas en el interior de la masa [4].

Por ello es de vital importancia que las condiciones en las que se produce la fermentación estén perfectamente controladas. Estas condiciones se han fijado siguiendo las recomendaciones del documento [4].

- a) Temperatura = 22°C
- b) Humedad relativa = 75%

Para que la fermentación sea controlada y tenga las condiciones deseadas se utilizará la Cámara de Fermentación Lev Control detallada en la Tabla 4, la cual se ha mantenido de la lista de Máquinas iniciales.

Se ha escogido esta máquina ya que su instalación es modular, siendo su capacidad variable desde 2 hasta 30 carros de bandejas de tamaño 600x800 mm. En ANEXOS 1, se detalla que cada lote necesitará 3 carros para transportar las 350 barras. Siendo 5 lotes de este tipo, la necesidad es de almacenar 5 lotes x 3 carros/lote = 15 carros. Para el lote de 250 barras, será suficiente con dos carros, por lo que la cifra total de carros que debe almacenar la cámara de fermentación es 15+2=17 carros.

Con la máquina escogida, al ser modular, se puede ajustar la capacidad que tendrá la cámara del obrador a las necesidades expuestas, evitando desperdicios económicos y de espacio al obrador.

## 7) Fase 70: Cortar

Esta fase es la única del proceso en la que la operación realizada sobre el pan se hace de forma manual. Consiste en dar una serie de cortes en la parte superior del pan para que, durante el horneado, los gases que se han producido dentro de la masa durante la fermentación tengan una vía de escape marcada y no desgarren la barra de pan por cualquier lado. Se ha escogido por criterio propio, que se darán **4 cortes** oblicuos y paralelos entre sí a cada barra de pan. A modo de ejemplo se tiene la siguiente imagen:



Figura 7: Esquema de cortes de una barra de pan

Para esta tarea se utilizará una cuchilla manejada manualmente por el operario. Más adelante se verá que se han diseñado ayudas para guiar al trabajador en esta labor. Estas guías seguirán las recomendaciones dadas para los cortes en el documento [4].

#### 8) Fase 80: Hornear

La última fase del proceso del pan es el horneado. Aquí se verán los resultados de todas las acciones realizadas sobre las barras en las etapas anteriores.

Según los criterios de la página 62 del documento [4], la temperatura del horno debe estar entre 200-240°C y el tiempo de horneado se calcula orientativamente como 12 minutos por cada 100g de la pieza de masa.

Siguiendo las recomendaciones anteriores, se han establecido las siguientes condiciones para el horneado del pan de este obrador.

- 1) Temperatura = 200°C
- 2) Tiempo =  $12 \text{ min}/100 \text{ g} \times 270 \text{ g} = 32.4 \text{ minutos}$  —————> se establece en **32 minutos**

El horno escogido es el I-160 Electric, está en la Tabla 4, manteniéndose el de la lista de Máquinas iniciales. Se ha escogido por su capacidad para albergar hasta 3 carros de bandejas de 600x800 mm, pudiendo hornear todas las barras de un mismo lote en una sola hornada. Se ha elegido que sea eléctrico por los siguientes motivos:

- 1) No se necesita espacio de almacén de otros combustibles (madera, carbón, aceite, gas)
- 2) No produce gases ni humos producto de la combustión
- 3) Carácter más industrial del proceso
- 4) Mayor sencillez de manejo
- 5) Menor riesgo de incendio/explosión
- 6) Las propiedades del pan no se ven alteradas [4]

Se instalarán controles para monitorizar estas condiciones y que el proceso se desarrolle correctamente. También se instalarán controles tras el horneado para comprobar la calidad final del pan.

Sobre el proceso global, se ha decidido intercambiar las fases 40 y 60 con respecto al Diagrama de flujo inicial. Esta decisión ha sido tomada por las siguientes razones.

- 1) En el documento [4] está justificado el cambio ya que la fase de fermentación aparece entre el formado y el cortado, y el reposo entre el troceado y el formado.
- 2) Por motivos organizativos del proceso

El motivo b) se justifica por la forma de trabajo con cada cámara. En la de reposo las piezas de masa se introducen una a una y en la de fermentación en carros. Poniendo la fermentación después del formado, se consigue que al colocar las barras en los carros ya no salgan de los mismos hasta terminar el proceso. De la forma anterior, se realizarían muchos movimientos extra de las barras para cargar y descargar las cámaras y los carros. Así se optimizan el tiempo y los recursos de la empresa.

## LISTADO DE MÁQUINAS (DF)

Para desarrollar el proceso descrito de forma adecuada y con las especificaciones deseadas, se han modificado las Máquinas iniciales y se han buscado las necesarias para atender a las nuevas demandas del proceso. Resultando en el siguiente listado de máquinas.









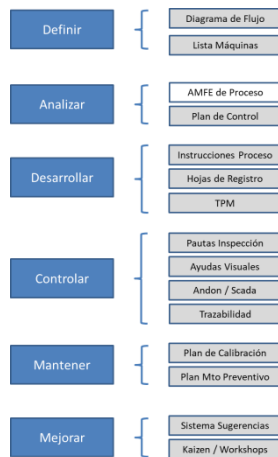
<i>El Obrero</i>	LISTADO DE MÁQUINAS				
	Nombre del proceso:	Baguettes	Modelo Clásica		
	Autor y revisor:	David Azcona	Fecha redacción: 05/05/2020		
Máquina	Marca	Modelo	Foto	Controles	Fase Ref.
Amasadora	Sveba Dahlen	MR 120P		Tiempo amasado Velocidad giro	10
Bowl Lift	Glimek	BL (Low version)		Ninguno	20
Trozeadora	Glimek	SD 180		Peso de la pieza cortada	20
Boleadora	Glimek	CR360		Ninguno	30
Cámara reposo	PS Group	MB 3006		Ninguno	40
Formadora	Sveba Dahlen	MO 300		Ninguno	50
Cámara fermentación	PS Group	Lev control		Temperatura Humedad	60
Horno baguettes	Sveba Dahlen	Serie I 160 (Eléctrico)		Temperatura Humedad	80

Tabla 4: Listado de Máquinas final



# AMFE de Proceso



## AMFE (ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS)

### INTRODUCCIÓN (AMFEP)

Un AMFE es un método utilizado en industria para identificar potenciales problemas y sus efectos en un determinado sistema. Es un conjunto de directrices que intenta anticiparse a los potenciales fallos de dicho sistema para poder prevenirlos y corregirlos antes incluso de que ocurran [5].

Este método de trabajo fue introducido por primera vez en los años 60 por la industria aeroespacial. Más tarde, en los años 70, lo introdujo la Ford Motor Company en su empresa para reducir costes derivados de las reclamaciones de sus clientes por defectos de calidad en sus productos. Posteriormente se extendió al resto de fabricantes de automóviles [6].

En la actualidad, los AMFE se aplican en casi cualquier ámbito de la empresa donde se quiera analizar y mejorar algún proceso o producto. Esto puede incluir desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización de la empresa. Habitualmente se aplica a elementos o procesos clave donde los fallos que puedan acontecer, por sus consecuencias, puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados.

El interés principal del AMFE es resaltar los puntos críticos del sistema con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de defectos potenciales, si se aplica de manera sistemática [6].

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de la estructura organizativa, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejora de la calidad de productos y procesos, reduciendo costes [6].

Este método emplea criterios de clasificación para determinar a qué modos de fallo se debe prestar mayor atención y dedicar un mayor esfuerzo en corregirlos o prevenirlos. Se utilizan tres parámetros para realizar esta tarea que son:

- 1) la posibilidad de **ocurrencia** del fallo
- 2) la **gravedad** de sus consecuencias
- 3) la capacidad de **detección** del fallo por el destinatario del producto

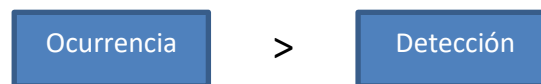
El destinatario puede ser un trabajador que recibe el producto o parte del mismo dentro del proceso productivo o bien, en último término, el usuario final del producto.

El AMFE puede ser de producto o de proceso, dependiendo de si está enfocado en el diseño del propio producto o del proceso productivo para llegar a él. En este proyecto se utilizará siempre el **AMFE de Proceso**.

Además de analizar las debilidades del sistema, se deben diseñar controles para su monitorización. En este aspecto, cabe destacar que siempre será mejor implantar acciones preventivas que de control o correctivas, ya que son:

- 1) Más baratas
- 2) Más seguras
- 3) El efecto sobre el material es menor
- 4) Ahorro en tiempo y recursos por correcciones
- 5) Mayor sencillez de los controles

Por estos motivos, la filosofía cuando se diseña un AMFE de proceso o producto es que es mejor trabajar por intentar mejorar la ocurrencia que por la detección.



## PARÁMETROS FUNDAMENTALES (AMFEP)

Tal y como se describe en el texto anterior, hay tres parámetros clave a la hora de realizar un AMFE. Cuando se analice un modo de fallo del proceso, se asignará un valor a cada uno de los parámetros según unos criterios preestablecidos. Siguiendo las indicaciones de un documento redactado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España [6], se han elaborado unas tablas propias de puntuaciones para los procesos del obrador de pan para cada parámetro del AMFE de proceso.

### 1) Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de aparición.

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	Es muy improbable que el defecto afecte a la calidad final del pan. Probablemente, el cliente ni se dará cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones apenas perceptibles	El fallo originaría algún pequeño inconveniente al cliente. Probablemente, el cliente observará algún ligero deterioro en el pan sin importancia. Fácilmente subsanable.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierta insatisfacción en el cliente. Observará deterioro en el pan.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y el pan no ser adecuado para la venta. Insatisfacción elevada del cliente.	7-8
Muy Alta	Fallo muy crítico que afecta a la seguridad del cliente e involucra el incumplimiento de normas reglamentarias. Puede estar en riesgo la salud o seguridad del cliente.	9-10

Tabla 5: Puntuaciones de la Gravedad



## 2) Ocurrencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Ocurrencia	Criterio	Valor
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el proceso. Pero es concebible que pudiera llegar a aparecer.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable que aparezca, pero es poco probable.	2-3
Moderada	Fallo aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá alguna vez en el pan.	4-6
Alta	El fallo ha aparecido con cierta frecuencia en procesos similares o previos.	7-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo aparecerá con frecuencia en el pan.	9-10

Tabla 6: Puntuaciones de la Ocurrencia

## 3) Detección

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier “output” defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo “detectemos”, pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final. Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Detección	Criterio	Valor
Muy Alta	Defecto muy obvio. Es casi improbable que no sea detectado con los controles existentes.	1
Alta	Defecto obvio y fácilmente detectable aunque, en alguna ocasión, podría escapar a un primer control. Sería detectado con toda seguridad en controles posteriores.	2-3
Moderada	El defecto es detectable y probablemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en las últimas fases del proceso.	4-6
Baja	El defecto es de difícil dección con los controles actuales. Es probable que llegue al cliente.	7-8
Muy Baja	No puede detectarse el defecto. Es casi seguro que llegará al cliente.	9-10

Tabla 7: Puntuaciones de la Detección

Como resultado de estos tres parámetros indicados, se define un cuarto factor que es el resultado de multiplicar los valores de los tres anteriores. Este último es el Índice de Prioridad de Riesgo o IPR.

#### 4) IPR

El Índice de Prioridad de Riesgo es el resultado de multiplicar la frecuencia, por la gravedad y por la detección, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto, debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$\text{Gravedad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección} = \text{IPR}$$

Con esta clasificación de IPR se establecerá el correspondiente plan de acciones.

Típicamente se priorizan aquellas causas de fallo con un IPR superior a 100. De esta forma se evita tomar prioritariamente acciones sobre modos de fallo con gravedad mayor pero que pueden tener una baja ocurrencia o una alta detección.

$$\text{IPR} > 100 > \text{Acciones}$$

En una segunda fase (tras abordar los que tienen IPR>100) se recomienda abordar aquellos modos de fallo de alta severidad, ocurrencia, o incluso donde acciones sencillas pueden colaborar a mejorar la calidad del proceso (tanto desde el punto de vista del cliente como del costo de la “no calidad”). De esta forma el AMFE adquiere una función como palanca de la Mejora Continua colaborando a mejorar el costo total de producción.

Normalmente, a no ser que el cliente decida rebajar la importancia del modo de fallo, las acciones necesarias como consecuencia del análisis del resultado del AMFE se enfocan a reducir la Ocurrencia o aumentar la Detección.

##### 1) Reducir la probabilidad de Ocurrencia

Este es el campo preferible de mejora debido a su menor coste. Su implantación y mantenimiento suelen ser más sencillo y a su vez evita el sobre costo de chatarra o correcciones que se producen al detectar los defectos.

Puede modificarse tanto el diseño del proceso como del producto, siendo más robusto y económico este último.

## 2) Aumentar la capacidad de Detección

La implantación de sistemas de detección conlleva unos costos de implantación (desde la adquisición de nuevos equipos hasta la modificación de los equipos existentes para su integración) así como de un mantenimiento posterior, tanto en auditorías para asegurar su correcto funcionamiento como en reparaciones en caso de disfunción o de avería total.

El AMFE debe revisarse con cada nuevo modo de fallo detectado por el cliente, cuando se identifique un nuevo de fallo de forma interna e, independientemente de los anteriores, con una frecuencia establecida de forma rutinaria (se recomienda al menos una vez al año).

Errores típicos en la elaboración de un AMFE de proceso son:

- No identificar todos los modos de fallo posible.
- Creer que alguno de los modos de fallo potenciales no se pueden dar nunca.
- No tener información histórica suficiente para evaluar correctamente la ocurrencia.
- Sobrevalorar la capacidad de detección de los sistemas instalados.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (AMFEP)

Lo primero que se debe decidir es si el AMFE se va a aplicar a un producto o un proceso. En el caso particular de este proyecto será **AMFE de proceso**.

Una vez elegido esto, se seleccionan los elementos clave del proceso asociados al resultado esperado y se analizarán los siguientes aspectos para cada parte del proceso productivo. Para elaborar los AMFE de proceso del obrador se diseñó la siguiente plantilla, cuyos campos a redactar están explicados a continuación.

Para elaborar el AMFE de proceso, se ha utilizado como ayuda lo recogido en [6].

ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)												
Nombre del proceso:		Baguettes		Modelo:		Clásica		Fecha AMFE inicial:		20/04/2020		
Autor y revisor:		David Azcona		Fecha revisión:		20/04/2021		Producto		<input type="checkbox"/>		Proceso
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código

Figura 8: Plantilla AMFE de Proceso

### 1) Denominación del componente e identificación

Debe identificarse la parte del proceso que se vaya a analizar.

### 2) Parte del componente. Operación o función

Para el AMFE de proceso, el cual se va utilizar en este proyecto, se describirán todas las operaciones que se realizan en la parte del proceso productivo identificada en el punto 1), incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

### 3) Fallo o modo de fallo

Se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, este es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería pasarse por alto.

### 4) Efecto/os del fallo

Se trata de describir las consecuencias que provoca el fallo que se puede observar o detectar, y su impacto sobre el rendimiento o eficacia del producto/proceso. Hay que intentar pensar en las consecuencias del fallo en el producto final.

#### 5) Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo son el origen del mismo y que pueden provocar una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

#### 6) Gravedad

Determina la severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final). Valora importancia de sus consecuencias, aumentando el valor del índice en función de la insatisfacción del cliente, el empeoramiento de las prestaciones esperadas y el coste de las reparaciones.

#### 7) Ocurrencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

#### 8) Controles actuales de prevención

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y que reducen la ocurrencia del modo de fallo correspondiente.

#### 9) Detección

Como se ha definido en el apartado anterior, este índice valora la probabilidad de que el modo potencial de fallo, sea detectado a través de los “controles actuales” existentes en el proceso.

#### 10) Controles actuales de detección

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para detectar las causas del fallo y que reducen la detección del modo de fallo correspondiente.

#### 11) IPR

El índice de prioridad de riesgo, tal y como ha sido definido en el apartado de parámetros clave, debe aplicarse para todas las causas de fallo.

#### 12) Acciones implantadas

Este apartado recoge todas las acciones que se han llevado a cabo para intentar resolver los problemas detectados. Es de gran utilidad para facilitar el seguimiento y control de las soluciones implantadas.

El objetivo del AMFE de proceso es encontrar aquellos modos de fallos que tiene un peor efecto sobre el proceso y tomar acciones sobre ellos para reducir su impacto. Para decidir sobre cuáles se toman acciones, se establece un criterio de selección en base al IPR.

El criterio escogido para este proyecto es el siguiente:



Además de lo anterior, el encabezado de la plantilla incluye los siguientes campos.

- 13) Logotipo de la empresa.
- 14) Autor y revisor del documento: persona que redacta el documento y que lo valida. En este proyecto ambas son la misma.
- 15) Nombre del Proceso: el proceso que se va a analizar.
- 16) Título del documento.
- 17) Modelo: el modelo del proceso (puede ser que hubiera varios).
- 18) Fecha revisión: fecha en la que se debe revisar el documento.
- 19) Fecha AMFE inicial: fecha en que se redactó el documento.
- 20) Producto/Proceso: indica si el AMFE es de producto o proceso (mediante casilla de selección).

La última columna de la plantilla (21), se usará para asignar a cada fila del AMFE de proceso una codificación. Estos códigos servirán para elaborar una Lista de Acciones (Figura 17) en la cual se incluirán todas las acciones implantadas en el proceso (en aquellas que lo requieran según el criterio establecido para el IPR).

También podrían implantarse acciones en otros modos de fallo cuyo IPR sea cercano a 100 y cuyo impacto en el proceso pudiera ser notable. Incluso se podría actuar sobre aquellos modos de fallo que, a pesar de tener un IPR relativamente bajo, la posible solución escogida resulte muy sencilla y barata, justificando así su implantación.

## DOCUMENTACIÓN (AMFEP)

### AMFE DE PROCESO FASE 10: AMASADO

ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)												
<b>ISObrador</b>		Nombre del proceso: Baguettes				Modelo: Clásica			Fecha AMFE inicial: 20/04/2020			
Autor y revisor: David Azcona				Fecha revisión:				Producto <input type="checkbox"/>		Proceso <input checked="" type="checkbox"/>		
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
10 Amasar	Cargar máquina	Exceso harina	Masa poco hidratada. Dura y poco maleable. Peor formado de la barra	8	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	3	Control visual 100%	96		10.1
		Falta harina	Masa demasiado hidratada. Muy blanda y pegajosa. Peor formado de la barra	8	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	3	Control visual 100%	96		10.2
		Exceso agua	Masa demasiado hidratada. Muy blanda y pegajosa. Peor formado de la barra	8	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	3	Control visual 100%	96		10.3
		Falta agua	Masa poco hidratada. Dura y poco maleable. Peor formado de la barra	8	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	3	Control visual 100%	96		10.4
		Exceso masa madre	Acidez excesiva	8	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	3	Medición pH 1/lote	96		10.5
		Falta masa madre	Acidez insuficiente	8	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	3	Medición pH 1/lote	96		10.6
		Exceso sal	Pan salado	7	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	10	Ninguno	280	Probar sabor Fase 80 1/lote	10.7
		Falta sal	Pan soso	7	Medición incorrecta	4	Pesar ingredientes antes de echar	10	Ninguno	280	Probar sabor Fase 80 1/lote	10.8
		Olvido de algún ingrediente	Masa inservible	8	Fallo humano	4	Formación operario	1	Control visual 100%	32		10.9
		Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		10.10
	Amasado	Parada hélice	No amasado	8	Avería rotor hélice	1	TPM	1	Control visual 100%	8		10.11
		Exceso velocidad	Pan final: Corteza muy fina. Miga seca e insípida. Menor conservación.	7	Fallo control velocidad	3	Ninguno	6	Control visual 100%	126	Revisiones periódicas	10.12
		Velocidad insuficiente	Necesario reposo extra de la masa	7	Fallo control velocidad	3	Ninguno	6	Control visual 100%	126	Revisiones periódicas	10.13
		Tiempo excesivo	Pan final: Corteza muy fina. Miga seca e insípida. Menor conservación.	7	Fallo temporizador	2	Reloj extra externo a la máquina	6	Control visual 100%	84		10.14
		Tiempo insuficiente	Menor extensibilidad de la masa	7	Fallo temporizador	2	Reloj extra externo a la máquina	6	Control visual 100%	84		10.15
	Descargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		10.16

Figura 9: AMFE de Proceso Fase 10

En esta fase, los modos de fallo que tienen mayor impacto en el proceso ( $IPR > 100$ ) son los que están resaltados en rojo. El primero tiene que ver con la cantidad de sal, se ha decidido no tomar acciones en el momento del amasado y controlarlo al final del proceso (tras el horneado) por los siguientes motivos.

- 1) Imposibilidad de detectar a simple vista el exceso o falta de sal en la masa
- 2) Por motivos sanitarios, el trabajador no debe probar a comer masa cruda para determinar si hay o no exceso o falta de sal
- 3) Instalar un control mediante algún equipo de medida implica un mayor coste

Sin embargo, al elegir hacerlo de la forma indicada, se asumen los siguientes inconvenientes asociados.

- 1) Si la masa se detecta salada en la fase 80, se habrá gastado recursos en trabajar un lote de barras que probablemente será desechado.
- 2) En la comprobación final, si la muestra tomada no es adecuada tampoco indica que todo el lote deba descartarse. Deberían realizarse más muestras para determinar la validez del lote.

El segundo modo de fallo que conlleva una acción implantada es la velocidad de giro de las hélices de la máquina de amasado. Esta característica se selecciona en la pantalla de control propia de la máquina pero, una vez iniciado el ciclo de amasado, es difícil controlarla ya que las hélices se encuentran dentro de la cuba y tapadas. Debido a esto, la detección es algo elevada y provoca que el IPR de este modo de fallo supere el valor de 100. Se realizará un control visual de la masa para comprobar que su estado es adecuado en líneas generales, pero no se monitorizará la velocidad durante el proceso por los siguientes motivos.

- 1) Zona de difícil acceso
- 2) Costo elevado de implantar un control de velocidad
- 3) El operario no puede estar vigilando toda la velocidad durante todo el ciclo, debe realizar otras tareas mientras tanto.

Como solución para disminuir el IPR de este modo de fallo, se ha decidido atacar la ocurrencia mediante revisiones periódicas que verifiquen el correcto funcionamiento de la máquina.

Las acciones implantadas en esta fase vienen detalladas en la Figura 17.



## AMFE DE PROCESO FASE 20 Y 30: TROZEADO DE LA MASA Y BOLEADO

ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)												
<b>El Obrero</b>		Nombre del proceso: Baguettes				Modelo: Clásica			Fecha AMFE inicial: 20/04/2020			
Autor y revisor: David Azcona				Fecha revisión:				Producto <input type="checkbox"/>		Proceso <input checked="" type="checkbox"/>		
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
20 Trocear	Cargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		20.1
	Dividir masa	No trocea	Masa sin dividir	8	Cuchilla rota	2	TPM Revisiones periódicas	1	Control visual 100%	16		20.2
				8	Atasco de carro	3	TPM Revisiones periódicas	1	Control visual 100%	24		20.3
	Dividir masa	Peso excesivo	Barras grandes	7	Tamaño seleccionado erróneo	3	Contraseña para cambios en programa	2	Medición peso 1/lote	42		20.4
				7	Fallo pistones máquina	3	TPM Revisiones periódicas	2	Medición peso 1/lote	42		20.5
	Dividir masa	Peso insuficiente	Barras pequeñas	7	Tamaño seleccionado erróneo	3	Contraseña para cambios en programa	2	Medición peso 1/lote	42		20.6
				7	Fallo pistones máquina	3	TPM Revisiones periódicas	2	Medición peso 1/lote	42		20.7
	Atasco máquina	Parada producción	8	Exceso de masa cargada	2	Accesorio tolva mayor capacidad para la máquina	1	Control visual 100%	16			20.8
	Salida masa cortada	Caída al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		20.9
30 Bolear	Cargar máquina	Caída al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		20.10
	Bolear	Trozo no avanza por la guía	Atasco de carro	5	Masa demasiado blanda y pegajosa	3	Controles Fase 10	2	Control visual 100%	30		20.11
				5	Guía sucia o con obstáculos	4	TPM	2	Control visual 100%	40		20.12
	Descargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		20.13

Figura 10: AMFE de Proceso Fases 20 y 30

En estas fases no se han encontrado modos de fallo con un alta incidencia en el proceso, ya que los encontrados tienen una baja ocurrencia y una detección alta, resultado en un IPR bajo. A pesar de ello, se debe tener un control preciso del troceado de las barras, ya que de ello depende que el tamaño final de las baguettes sea el deseado.

## AMFE DE PROCESO FASE 40: REPOSADO DE LOS TROZOS DE MASA

El Obrero		ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)										
		Nombre del proceso: Baguettes			Modelo: Clásica				Fecha AMFE inicial: 20/04/2020			
Autor y revisor: David Azcona				Fecha revisión:				Producto <input type="checkbox"/>		Proceso <input checked="" type="checkbox"/>		
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
40 Reposar	Cargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		40.1
	Reposar	Tiempo muy excesivo	Volumen menor tras hornear. Barra desgarrada en la cocción	7	Fallo humano	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	147	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.2
				7	No aviso a operario	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	147	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.3
		Tiempo excesivo	Volumen algo menor tras hornear	6	Fallo humano	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	126	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.4
				6	No aviso a operario	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	126	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.5
		Tiempo insuficiente	Volumen algo menor tras hornear	6	Fallo humano	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	126	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.6
				6	No aviso a operario	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	126	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.7
		Tiempo muy insuficiente	Escasa acidez. Pan insípido, plano, poco volumen tras hornear	7	Fallo humano	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	147	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.8
				7	No aviso a operario	3	Temporizador con aviso a operario	7	Control visual Fase 80	147	Andon que avise cuando la masa deba ser retirada	40.9
	Descargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		40.10

Figura 11: AMFE de Proceso Fase 40

En esta fase, el parámetro fundamental es el tiempo y es una magnitud fácil de controlar. Sin embargo, se trata de un reposo relativamente corto y esto dificulta la comprobación visual del proceso. Debido a esta dificultad de detectar las desviaciones, la detección obtiene un valor tan alto en la tabla.

Reducir la detección implicaría instalar un nuevo control, con los costes asociados. En su lugar, se ha decidido reducir la ocurrencia mediante la instalación de un sistema ANDON que alerte al operario cuando tiene que retirar las piezas de masa de la máquina. Un ANDON sirve para generar una alerta visual que resalte el lugar del proceso donde se debe intervenir. Típicamente estos sistemas son como el de la Imagen 1.



Imagen 1: Ejemplo de ANDON

Con esta acción se busca reducir costes y optimizar los recursos de la empresa.

## AMFE DE PROCESO FASE 50: FORMADO DE LAS BARRAS

ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)												
<b>El Obrero</b>												
Nombre del proceso:				Modelo:				Fecha AMFE inicial:				
Baguettes				Clásica				20/04/2020				
Autor y revisor:				Fecha revisión:				Producto <input type="checkbox"/> Proceso <input checked="" type="checkbox"/>				
David Azcona												
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
50 Formar	Cargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		50.1
	Dar forma	Forma irregular	Barra no estética	7	Defecto en rodillos	2	TPM	2	Control visual 100%	28		50.2
		Longitud muy excesiva	Barra excede límites bandeja de horneado. No cabe en horno	7	Rodillos mal ajustados	3	Efectuar marcas en la posición que deben ir los rodillos	2	Medición longitud barra 1/lote	42		50.3
				7	Masa demasiado extensible	4	Fases previas	2	Medición longitud barra 1/lote	56		50.4
		Longitud excesiva	Barra algo más larga que el resto. Problemas con embalaje y transporte	6	Rodillos mal ajustados	3	Efectuar marcas en la posición que deben ir los rodillos	2	Medición longitud barra 1/lote	36		50.5
				6	Masa demasiado extensible	4	Fases previas	2	Medición longitud barra 1/lote	48		50.6
		Longitud insuficiente	Barra algo más corta que el resto. Posible reclamación cliente	6	Rodillos mal ajustados	3	Efectuar marcas en la posición que deben ir los rodillos	2	Medición longitud barra 1/lote	36		50.7
				6	Masa demasiado extensible	4	Fases previas	2	Medición longitud barra 1/lote	48		50.8
		Longitud muy insuficiente	Barra demasiado corta para venta	7	Masa poco extensible	4	Fases previas	2	Medición longitud barra 1/lote	56		50.9
				7	Rodillos mal ajustados	3	Efectuar marcas en la posición que deben ir los rodillos	2	Medición longitud barra 1/lote	42		50.10
	Descargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		50.11

Figura 12: AMFE de Proceso Fase 50

En esta fase tampoco se han encontrado modos de fallo que requieran tomar acciones sobre ellos. El factor que más controlado se debe tener es la posición de los rodillos, para que la forma de las barras sea la deseada. Pero esto tiene un fácil control de prevención como se detalla en la Figura 12 y su detección también es sencilla, ya que basta con medir las barras a la salida de la máquina para comprobar su estado.

## AMFE DE PROCESO FASE 60: FERMENTACIÓN DE LAS BARRAS

<div>El Obrero</div>			ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)									
			Nombre del proceso: Baguettes			Modelo: Clásica			Fecha AMFE inicial: 20/04/2020			
Autor y revisor: David Azcona				Fecha revisión:				Producto <input type="checkbox"/>		Proceso <input checked="" type="checkbox"/>		
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
60 Fermentar	Cargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		60.1
	Fermentación	Masa sin fermentar	Masa inservible	9	Masa desactivada	3	Ninguno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	81		60.2
		Temperatura muy excesiva	Masa fermentada en exceso. Posible muerte de la masa	8	Fallo control temperatura	3	Medición Tª de la cámara 1/turno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	72		60.3
		Temperatura excesiva	Masa fermentada en exceso. Peores propiedades del pan	7	Fallo control temperatura	3	Medición Tª de la cámara 1/turno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	63		60.4
		Tempertura insuficiente	Masa poco fermentada. Peores propiedades del pan	7	Fallo control temperatura	3	Medición Tª de la cámara 1/turno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	63		60.5
		Tempertura muy insuficiente	Masa poco fermentada. Posible parada de la fermentación	8	Fallo control temperatura	3	Medición Tª de la cámara 1/turno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	72		60.6
		Tiempo excesivo	Masa fermentada en exceso. Peores propiedades del pan	8	Fallo humano	3	Temporizador	3	Medición pH de la masa 1/Lote	72		60.7
		Tiempo insuficiente	Masa poco fermentada. Peores propiedades del pan	8	Fallo humano	3	Temporizador	3	Medición pH de la masa 1/Lote	72		60.8
		Humedad insuficiente	Masa poco fermentada. Peores propiedades del pan	8	Fallo humidificador electrónico	3	Medición humedad de la cámara 1/turno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	72		60.9
		Exceso humedad	Masa fermentada en exceso. Peores propiedades del pan	8	Fallo humidificador electrónico	3	Medición humedad de la cámara 1/turno	3	Medición pH de la masa 1/Lote	72		60.10
		Descargar máquina	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54	

Figura 13: AMFE de Proceso Fase 60

Esta fase, como se ha explicado anteriormente, tiene una alta incidencia sobre las propiedades finales del pan, por lo que los modos de fallo tienen todos asignada una alta gravedad. Sin embargo, se ha escogido una cámara de fermentación para poder tener un grado de control elevado sobre las características de la operación, pudiendo reducir así la ocurrencia de los modos de fallo y resultando en un bajo IPR. Para conseguir una alta detección, se ha implantado un control de pH de forma que se pueda detectar si la fermentación ha sido correcta o no (tras la fermentación el pH de la masa debe estar en un intervalo de valores de 5.2-5.5 según la información de [4]).

## AMFE DE PROCESO FASE 70: CORTADO DE LAS BARRAS

ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)												
<b>El Obrero</b>												
Nombre del proceso:				Modelo:				Fecha AMFE inicial:				
Baguettes				Clásica				20/04/2020				
Autor y revisor:				Fecha revisión:				Producto <input type="checkbox"/> Proceso <input checked="" type="checkbox"/>				
David Azcona												
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
70 Cortar	Coger bandeja	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		70.1
	Dar el corte	Sin corte	Pan se abre por los laterales al hornear	7	Operario no realiza la tarea	6	Ninguno	3	Control visual Fase 80	126	Imágenes de referencia en puesto de trabajo	70.2
		Profundidad excesiva	Volumen insuficiente del pan tras hornear	6	Exceso de fuerza aplicada	5	Formación operario	4	Control visual Fase 80	120	Imágenes de referencia en puesto de trabajo	70.3
				6	Masa demasiado blanda	3	Controles Fase 10	3	Control visual Fase 80	54		70.4
				6	Hoja demasiado afilada	3	TPM	3	Control visual Fase 80	54		70.5
		Profundidad insuficiente	Volumen excesivo del pan tras hornear	6	Poca fuerza aplicada	5	Formación operario	4	Control visual Fase 80	120	Imágenes de referencia en puesto de trabajo	70.6
				6	Masa dura en exceso	3	Controles Fase 10	3	Control visual Fase 80	54		70.7
				6	Hoja poco afilada	3	TPM	3	Control visual Fase 80	54		70.8
		Exceso nº de cortes	Peor estética del pan	5	Fallo humano	4	Formación operario Plantilla de cortes	3	Control visual Fase 80	60		70.9
		Menor nº de cortes	Peor estética del pan	5	Fallo humano	4	Formación operario Plantilla de cortes	3	Control visual Fase 80	60		70.10
		Cortes irregulares	Menos apetecible. Peor estética	6	Fallo humano	3	Formación operario Plantilla de cortes	4	Control visual Fase 80	72		70.11
	Dejar bandeja en carro	Caída de producto al suelo	Contaminación masa	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		70.12

Figura 14: AMFE de Proceso Fase 70

La Fase 70 es la única en la que la operación principal se realiza de forma manual. Es por ello, que conlleva un mayor riesgo de obtener fallos ya que se trata de un proceso no automatizado. Como consecuencia, los modos de fallo que dependen de la habilidad del operario tienen un valor de ocurrencia mayor.

Para reducir este valor de ocurrencia, además de la formación de los trabajadores, se implantarán imágenes de referencia en el puesto de trabajo para ayudarles en la realización de la tarea. Los motivos son.

- 1) Mayor sencillez
- 2) Coste mínimo
- 3) Interferencia mínima en la ejecución de la tarea cuando se quiera consultar la imagen

## AMFE DE PROCESO FASE 80: HORNEADO DEL PAN

<i>El Obrero</i>		ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTOS (AMFE)										
Nombre del proceso:		Baguettes			Modelo:			Clásica			Fecha AMFE inicial:	
Autor y revisor:		David Azcona			Fecha revisión:			Producto <input type="checkbox"/>			Proceso <input checked="" type="checkbox"/>	
Fase	Descripción de la operación	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Gravedad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Detección	Controles actuales de detección	IPR	Acciones propuestas	Código
80 Hornear	Cargar horno	Caída de producto al suelo	Contaminación del producto	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		80.1
	Horneado del pan	Temperatura insuficiente	Barra cruda	8	Control temperatura del horno mal calibrado	3	Medición de la temperatura del horno 1/lote	3	Control visual 1/Lote	72		80.2
				8	Mal funcionamiento resistencias horno	2	Mantenimiento mensual	3	Control visual 1/Lote	48		80.3
		Temperatura excesiva	Barra quemada	8	Control temperatura del horno mal calibrado	3	Medición de la temperatura del horno 1/lote	3	Control visual 1/Lote	72		80.4
				8	Mal funcionamiento resistencias horno	2	Mantenimiento mensual	3	Control visual 1/Lote	48		80.5
		Tiempo excesivo	Barra quemada	8	Reloj descalibrado	3	TPM	3	Control visual 1/Lote	72		80.6
				8	Operario no es avisado	3	Temporizador externo al horno	3	Control visual 1/Lote	72		80.7
				8	Operario ocupado	3	Ninguno	3	Control visual 1/Lote	72		80.8
		Tiempo insuficiente	Barra cruda	8	Reloj descalibrado	3	TPM	3	Control visual 1/Lote	72		80.9
				8	Operario saca antes de tiempo	3	Temporizador externo al horno	3	Control visual 1/Lote	72		80.10
		Unión barras contiguas	Dos o más barras pegadas entre sí	8	Masa crece en exceso	2	Controles en fases anteriores	3	Control visual 1/Lote	48		80.11
			Dos o más barras pegadas entre sí	8	Insuficiente distanciamiento entre barras	2	Bandejas acanaladas en Fase 50	3	Control visual 1/Lote	48		80.12
		Humedad insuficiente	Pan muy seco y deshidratado. Volumen muy inferior. Aumento brusco y repentino de la temperatura en el interior del pan.	8	Avería válvula inyección de vapor. No inyecta vapor	2	Medición de la temperatura del horno 1/lote TPM	3	Control visual 1/Lote	48		80.13
			Corteza gruesa, mate o sin brillo excesivamente gruesa y volumen inferior.	7	Mal funcionamiento regulador de vapor. Vapor insuficiente	3	Medición de la temperatura del horno 1/lote TPM	3	Control visual 1/Lote	63		80.14
		Humedad excesiva	Corteza excesivamente fina, frágil y brillante, sin greña y de aspecto no apetecible	7	Mal funcionamiento regulador de vapor. Vapor excesivo	3	Medición de la temperatura del horno 1/lote TPM	3	Control visual 1/Lote	63		80.15
	Descargar horno	Caída de producto al suelo	Contaminación del producto	9	Fallo humano	6	Ninguno	1	Control visual 100%	54		80.16

Figura 15: AMFE de Proceso Fase 80

En esta fase, se tienen modos de fallo con un bajo IPR ya que, pese a la alta gravedad de los modos de fallo detectados, el horno escogido nos permite tener una ocurrencia muy baja de estos. La detección se ha considerado alta, debido al control posterior al horneado que se hará de las barras para comprobar su estado.

## LISTA DE ACCIONES IMPLANTADAS

Esta lista recoge todas las acciones diseñadas en el AMFE de proceso para mejorar los modos de fallo con un IPR mayor que 100. En la Figura 17 se detalla cómo se deberá desarrollar cada una de las acciones y cuál será la mejora obtenida respecto a la situación previa.

Para elaborar la lista de acciones se ha diseñado la siguiente plantilla

LISTADO DE ACCIONES							
Logo de la empresa		Nombre del proceso: Baguettes		Modelo: Clásica		Fecha inicio: 05/05/2020	
		Autor y revisor: David Azcona				Fecha rev: 05/05/2021	
No.	Estado	Departamento responsable	Fecha	Descripción	Parámetro afectado	Nuevo valor	IPR

Figura 16: Plantilla Lista Acciones Implantadas

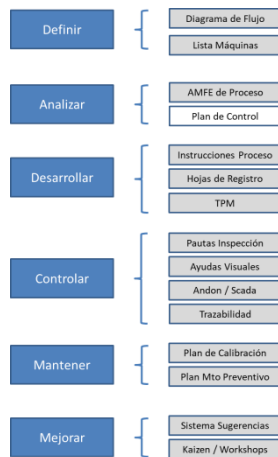
- 1) Código: referencia a la fila del AMFE de proceso donde se implanta dicha acción.
- 2) Estado: indica si la tarea está abierta o está ya realizada.
- 3) Departamento responsable: quién está encargado de llevar a cabo la acción correspondiente.
- 4) Fecha: para cuando debe estar implantada la acción
- 5) Descripción: explicación detallada de cuál es la acción a tomar.
- 6) Parámetro afectado: indica si la acción afecta a la ocurrencia o la detección.
- 7) Nuevo valor: indica el valor que toma el parámetro afectado tras el efecto de la acción implantada.
- 8) IPR: calcula el nuevo valor de IPR tras el efecto de la acción implantada.
- 9) Logo de la empresa
- 10) Nombre del proceso: para que proceso de pan van dirigidas las acciones
- 11) Autor y revisor: persona que redacta el documento y la que lo valida
- 12) Modelo: para que modelo del proceso pan van dirigidas las acciones
- 13) Fecha inicio: fecha de creación del documento
- 14) Fecha rev: fecha propuesta para revisar el documento

		LISTADO DE ACCIONES					
		Nombre del proceso: Baguettes		Modelo: Clásica		Fecha inicio: 05/05/2020	
		Autor y revisor		David Azcona		Fecha rev: 05/05/2021	
No.	Estado	Departamento responsable	Fecha	Descripción	Parámetro afectado	Nuevo valor	IPR
10.7	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Operario prueba el sabor de una barra de pan de cada lote y decide si es adecuado en base a la formación recibida	Detección	3	84
10.8	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Operario prueba el sabor de una barra de pan de cada lote y decide si es adecuado en base a la formación recibida	Detección	3	84
10.12	Abierta	Mantenimiento	01/12/2020	Revisión del motor de la máquina. Testeo velocidad de giro de las hélices es la que indica la máquina en pantalla	Ocurrencia	2	84
10.13	Abierta	Mantenimiento	01/12/2020	Revisión del motor de la máquina. Testeo velocidad de giro de las hélices es la que indica la máquina en pantalla	Ocurrencia	2	84
40.2	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	98
40.3	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	98
40.4	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	84
40.5	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	84
40.6	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	84
40.7	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	84
40.8	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	98
40.9	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Instalar un sistema ANDON que avise al operario cuándo tiene que sacar las piezas de masa de la máquina	Ocurrencia	2	98
70.2	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Colocar en puesto de trabajo de la fase 70 imágenes de panes con el número correcto de cortes y realizados adecuadamente	Ocurrencia	4	84
70.3	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Colocar en puesto de trabajo de la fase 70 imágenes de panes con el número correcto de cortes y realizados adecuadamente	Ocurrencia	3	72
70.6	Abierta	Ingeniero proceso	05/06/2020	Colocar en puesto de trabajo de la fase 70 imágenes de panes con el número correcto de cortes y realizados adecuadamente	Ocurrencia	3	72

Figura 17: Lista de Acciones Implantadas







# Plan de Control



## PLAN DE CONTROL

### INTRODUCCIÓN (PC)

Un plan de control es un documento que describe las acciones requeridas en cada fase del proceso para asegurar que los resultados de dicho proceso son satisfactorios y cumplen los requisitos del cliente [7]. Es el siguiente paso tras elaborar el AMFE de proceso ya que, en el plan de control, se especifica de qué forma se van a llevar a cabo los controles para prevenir los modos de fallo detectados en el AMFE.

Este plan de control provee de herramientas a los operarios, que se encargan de llevar a cabo las operaciones del proceso, para controlar adecuadamente el proceso y producir bienes o servicios de calidad. Incluye detalles de cómo se deben llevar a cabo dichos controles. Sin embargo, este documento no estará accesible a los operarios en el puesto de trabajo. Los controles aquí detallados deberán traducirse en unas instrucciones detalladas que irán recogidas en un documento de Instrucciones de Proceso que sí tendrán los trabajadores en cada fase del proceso. Más adelante se explicará este documento.

El propósito del Plan de Control es monitorizar el proceso y asegurar que las mejoras introducidas en él perduran durante la vida útil del producto. Es importante controlar esto, ya que puede ocurrir que los problemas solucionados inicialmente vuelvan a surgir pasado un tiempo si no se mantienen adecuadamente dichas acciones correctivas.

Los beneficios de utilizar un plan de control en una empresa son varios.

- 1) Ayuda a reducir o eliminar desperdicios en el proceso
- 2) Mejora la calidad del producto mediante
  - a. Identificar las fuentes de variaciones en el proceso
  - b. Estableciendo controles para monitorizar dichas variaciones
- 3) Focaliza en los aspectos críticos para el proceso
  - a. Reduciendo la chatarra
  - b. Eliminando reparaciones costosas
  - c. Previniendo que productos defectuosos lleguen al cliente
- 4) Mejora la eficiencia general de los procesos, lo que resulta en una mejora de los resultados finales de la empresa.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (PC)

El Plan de Control se aplica a cada fase del proceso y se detallan los controles establecidos en el AMFE de proceso para monitorizar la fase en cuestión.

Previamente a completar dicho documento, se debe elegir el nivel del plan de control que se está realizando.

- 1) Prototipo: incluye información de las medidas a realizar y de los materiales y test usados al desarrollar el prototipo
- 2) Pre-lanzamiento: incluye lo mismo que el anterior pero en la etapa entre el prototipo y el lanzamiento del producto para su producción regular
- 3) Producción: contiene una lista de las características de proceso y producto, de los controles del proceso, los métodos de medida y los test a realizar durante la producción normal.

En el caso de este proyecto, el Plan de Control realizado para el proceso del pan estará en el **Nivel de Producción**.

Para elaborar el Plan de Control se ha diseñado una plantilla, en la cual se deben rellenar una serie de campos que vendrán explicados a continuación.

CONTROL PLAN												
Proceso		Baguette		Responsable		David Azcona		Fecha (orig.)		02/05/2020		
Modelo		Clásica		Nivel Plan Control		Producción		Fecha (rev.)		02/05/2021		
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método			Método de control	Plan de reacción	
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo			
										Cantidad	Frecuencia	

Figura 18: Plantilla Plan de Control

- 1) Parte/Número de proceso

Aquí simplemente se indica la fase del proceso que se va a analizar.

- 2) Nombre de Proceso/Descripción de Operación

Indica la operación de la fase que se va a analizar. Las operaciones son las que se describieron en el AMFE de proceso.

- 3) Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta

En este apartado se pondrá la máquina, equipo o herramienta que se encarga de realizar la operación del apartado anterior.

#### 4) Características

Este campo indica la característica que se va a analizar en la operación elegida. Cada característica analizada tendrá una numeración (No.). Dependiendo de si la característica elegida es de **producto** o de **proceso**, irá en la columna correspondiente.

#### 5) Características especiales

Se representa mediante una letra que indica el tipo de característica especial según lo siguiente.

- D: diseño
- P: proceso
- R: Regulatorio
- SO: seguridad del operario

Lo siguiente a incluir en el Plan de Control es el **Método** con el que se llevará a cabo el seguimiento. Incluye las siguientes secciones (6, 7,8).

#### 6) Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia

En este campo se especificará el valor que deberá tomar la característica que se está analizando. Podrá ser cualitativa o cuantitativa según el caso.

#### 7) Evaluación/Técnica de medida

Identifica la herramienta, galga, equipo o ayuda que se utilizará para evaluar lo especificado en el apartado anterior.

#### 8) Muestreo

Aquí se deberá indicar la **cantidad** de veces que se va a medir el valor buscado en el apartado de especificación de proceso y la **frecuencia** con la que se llevará a cabo dicha medida.

#### 9) Método de control

En este apartado se deberá detallar cómo se va a llevar a cabo la medición o el control del proceso según lo especificado en los apartados anteriores. Deberá quedar claro cuál será la forma de proceder para evaluar cada característica del Plan de Control.

#### 10) Plan de reacción

Por último, se deberá incluir de qué forma ha de proceder el operario en caso de detectar una no conformidad en el proceso.

El encabezado de la plantilla diseñada consta de los siguientes campos.

- 11) Logo de la empresa
- 12) Proceso: indica el proceso que se está analizando.
- 13) Modelo: especifica el modelo del proceso (si hubiera varios).
- 14) Responsable: persona que se ha encargado de elaborar el Plan de Control.
- 15) Nivel Plan Control: hay 3 niveles posibles como se ha explicado anteriormente.
- 16) Fecha (orig.): fecha de redacción del documento.
- 17) Fecha (rev.): fecha propuesta de revisión del Plan de Control.

El Plan de Control no es un documento que se realiza una vez y dura eternamente, sino que debe ser revisado y mejorado continuamente para ir mejorando y afinando el proceso productivo. Para el caso del obrador de pan, se ha establecido que se hará una **revisión anual** del Plan de Control para evaluar sus efectos en el proceso y actualizar los controles establecidos. La información recopilada durante el año será de gran ayuda para comprobar la efectividad de esta herramienta.

## EQUIPOS DE MEDIDA (PC)

Se han seleccionado una serie de equipos de medida para llevar a cabo los controles establecidos en el Plan de Control. Se han elegido de forma que su rango de medida comprenda los valores que se quieren medir. Además, las condiciones de trabajo del equipo deben ser suficientes para soportar el ambiente en el que se van a encontrar, en especial el caso del horno donde la temperatura alcanzará los 200 °C. A continuación se muestra la lista con todos los equipos de medida.


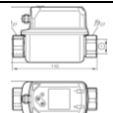




<i>El Obrador</i>	LISTADO DE EQUIPOS DE MEDIDA				
	Nombre del proceso:	Baguettes	Modelo Clásica		
	Autor y revisor:	David Azcona	Fecha redacción: 05/05/2020		
Parámetro de medida	Marca/Modelo	Rango de medida	Foto	Uso	Fase
Peso	Ariservis / PA100 (Ref: PGL30001)	0 ~ 35 kg (error 0,1 g)		Pesado de los ingredientes de la masa de pan	10/20
Caudal	IFM / Vórtex SV4200	1 ~ 20 L/min (error ± 0,1 L/min)		Medición cantidad de agua echada a la masa de pan	10
Temperatura / Humedad	Gesa Higrómetro/ Ref: 810-155	T: -50 ~ 70 °C / H: 20 ~ 99 %		Medición temperatura y humedad interior cámara fermentación	60
Acidez (pH)	Testo / 206-pH2	0 ~ 14 pH (error 0,01 pH)		Medición pH barras de pan tras fermentación	60
Temperatura	Gesa / Catertemp (Ref:221-046)	T: -50 ~ 300 °C (error ± 1 °C)		Medición temperatura interior horno de cocción	80
Humedad	PCE / PCE-MWM 230-0950-HT	0 ~ 100% (error ± 1,52 %)		Medición humedad interior horno de cocción	80

Figura 19: Listado Equipos de Medida



## DOCUMENTACIÓN (PC)

### PLAN DE CONTROL FASE 10: AMASAR

		CONTROL PLAN										
		Proceso		Responsable		David Azona		Fecha (orig.)			02/05/2020	
		Modelo		Clásica		Nivel Plan Control		Producción		Fecha (rev.)		
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo			
									Cantidad	Frecuencia		
10 Amasar	Cargar máquina	Sveba Dahlen MR120P	1	Cantidad de harina		p	47,25 ± 0,01 kg	Báscula de precisión Ariservis PA100/PGL30001	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Desechar masa
			2	Cantidad de agua		p	29,30 ± 0,01 L	Caudalímetro IFM Vórtex SV4200	1	1/Lote	Grifo con caudalímetro vierte directamente en máquina	Desechar masa
			3	Cantidad de masa madre		p	16,07 ± 0,01 kg	Báscula de precisión Ariservis PA100/PGL30001	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Desechar masa
			4	Cantidad de sal		p	1,89 ± 0,01 kg	Báscula de precisión Ariservis PA100/PGL30001	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Desechar masa
	Amasado		5	Homogeneidad masa		p	Ingredientes integrados en la masa	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor
			6		Velocidad de amasado	p	Programa 1 de la máquina	Visual	1	1/Lote	Operario comprueba pantalla de la máquina	Parar, avisar supervisor
			7		Tiempo de amasado	p	15 ± 0,5 min	Temporizador	1	1/Lote	Iniciar el temporizador al comienzo del amasado	Parar, avisar supervisor

Figura 20: Plan de Control Fase 10

En esta fase, se han identificado como parámetros clave a controlar del producto, las cantidades de cada ingrediente antes del amasado y la homogeneidad de la masa tras el proceso. Para controlar el primero se utilizará una báscula de precisión que permita pesar las cantidades a echar en cada lote de amasado. Los valores de dichas cantidades echadas serán anotados, para cada lote de pan, en la hoja de registro correspondiente. Para evaluar la homogeneidad, se incluirá en el puesto de trabajo unas imágenes de referencia, con las que el trabajador pueda comparar y decidir si la masa resultante tras el amasado es aceptable o no.

Como parámetros del proceso, es necesario controlar la velocidad de giro de la máquina y el tiempo que está amasando. Estas variables son propias de la máquina y son seleccionables mediante una pantalla. La velocidad de amasado es más difícil de controlar ya que la cuba donde se amasa es cerrada. Se hará una comprobación de que la velocidad seleccionada es la correcta. Para el tiempo se ha decidido incluir un temporizador externo a la máquina de forma que se pueda comprobar que el valor es el adecuado.

## PLAN DE CONTROL FASES 20 Y 30: TROCEAR Y BOLEAR

		CONTROL PLAN											
		Proceso		Baguette		Responsable		David Azcona		Fecha (orig.)		02/05/2020	
		Modelo		Clásica		Nivel Plan Control		Producción		Fecha (rev.)			
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción	
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo				
									Cantidad	Frecuencia			
20 Trocear	Dividir masa	Glimek SD 180	8	Peso de cada trozo de masa		P	270 ± 5 g	Báscula de precisión Ariservis PA100/PGL30001	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor	
			9	Extensibilidad de la masa		P	Norma interna 1	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Decidir si hace falta bolear o no	
30 Bolear	Redondear masa	Glimek CR360	10	Extensibilidad de la masa		P	Norma interna 2	Imágenes de referencia	2	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor	

Figura 21: Plan de Control Fases 20 y 30

La fase 20, necesitará controlar el peso de los trozos de masa de pan que produce la máquina para que el tamaño final de las barras de pan sea el adecuado. Para ello se utilizará la misma báscula que en la fase anterior ya que, con las especificaciones que tiene, nos dará medidas de precisión en este caso también. Se pesará el primer trozo de masa que salga de la troceadora para comprobar que está dentro los valores adecuados. El dato se tomará una vez por lote y se anotará en la hoja de registro.

El segundo parámetro a controlar, es cómo de elástica es la masa. Para ello, el operario deberá extender con las manos el trozo apartado para su pesaje y compáralo visualmente con las imágenes de referencia instaladas en el puesto de trabajo. Si la masa es apta, pasará directamente a la Fase 40. Si no es apta, los trozos de masa deberán ser boleados en la Fase 30 antes de pasar a la siguiente fase.

En la Fase 30, si hubiera sido necesaria tras la comprobación en la Fase 20, se volverá a controlar la elasticidad de la masa. Realizando el mismo proceso que en la fase anterior cuando salga la primera bola de masa de la Boleadora. Para realizar dicha comparación, contará nuevamente con imágenes de referencia en el puesto de trabajo.

## PLAN DE CONTROL FASE 40: REPOSAR

<div>El Obrero</div>		CONTROL PLAN										
		Proceso	Bagguette	Responsable				David Azcona		Fecha (orig.)	02/05/2020	
		Modelo	Clásica	Nivel Plan Control		Producción		Fecha (rev.)				
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo			
									Cantidad	Frecuencia		
40 Reposar	Reposo	PS Group MB 3006	11		Tiempo de reposo	P	15 ± 1 min	Temporizador	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor

Figura 22: Plan de Control Fase 40

En la Fase 40 la única variable que se va a controlar es el tiempo que dura esta parte del proceso. Para su control, se utilizará un temporizador que será activado por el operario que introduzca los trozos de pan en la Cámara de Reposo. El tiempo de reposo será anotado en la hoja de registro correspondiente para cada lote de pan.

## PLAN DE CONTROL FASE 50: FORMAR

<div>El Obrero</div>		CONTROL PLAN														
		Proceso		Baguette		Responsable				David Azcona			Fecha (orig.)		02/05/2020	
		Modelo		Clásica		Nivel Plan Control		Producción				Fecha (rev.)				
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción				
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo							
									Cantidad	Frecuencia						
50 Formar	Dar forma a las barras	Sveba Dahlen MO 300	12		Posición rodillos	P	Norma interna 3	Marcas visuales	1	Turno Cambio ref	Pokayoke	Parar, avisar supervisor				
			13	Longitud barra		P	60 ± 3 cm	Cinta métrica	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor				
	Descargar máquina		14		Distancia entre barras	P	1,3 ± 0,1 cm	Bandejas acanaladas	1	1/Lote	Pokayoke en bandeja	Parar, avisar supervisor				

Figura 23: Plan de Control Fase 50

En esta fase, se quiere controlar la longitud de las barras tras el formado. Para ello, el operario realizará una medida de la primera barra que se forme en cada lote y anotará el valor en la hoja de registro.

Del proceso se va a controlar la posición de los rodillos de la máquina, para que el tamaño de las barras sea el deseado. Se colocarán unas marcas a modo de pokayoke para que el operario coloque los rodillos en las posiciones marcadas. Las posiciones de los rodillos se colocarán al inicio de cada turno o si cambiara el modelo de barra que se quiere formar.

Tras el formado, las barras serán colocadas en bandejas dentro de carros, de las cuales no saldrán ya hasta después del horneado. Para evitar problemas en fases posteriores, como que las barras se junten entre ellas, se utilizarán **bandejas acanaladas** (imagen de ejemplo en Figura 31).

## PLAN DE CONTROL FASE 60: FERMENTAR

<i>El Obrero</i>		CONTROL PLAN														
		Proceso	Bagguette		Responsable				David Azcona				Fecha (orig.)		02/05/2020	
		Modelo	Clásica		Nivel Plan Control				Producción				Fecha (rev.)			
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción				
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo							
									Cantidad	Frecuencia						
60 Fermentar	Fermentación de la masa	PS Group Lev Control	15		Temperatura de la cámara	P	22 ± 1 °C	Gesa Ref:810-155	1	1/Turno	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor				
			16		Humedad de la cámara	P	75 ± 5 %	Gesa Ref:810-155	1	1/Turno	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor				
			17		Tiempo fermentando	P	23 ± 0,1 h	Temporizador	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor				
			18	Acidez de la masa		P	5,3 ± 0,1 pH	Testo Ref:206-pH2	1	1/Lote	Operación manual Hoja de Registro	Parar, avisar supervisor				

Figura 24: Plan de Control Fase 60

Esta fase son tres los parámetros clave que se van a controlar, la temperatura y la humedad de la cámara y el tiempo que dura la fermentación. Para medir la humedad y la temperatura de la cámara se utilizará un sensor cuya referencia viene en la Figura 19. Esta medición se hará una vez por turno y el valor obtenido se anotará en la hoja de registro correspondiente. El tiempo será medido usando un temporizador y se anotará su valor para cada lote de pan.

Tras la fermentación, se medirá el pH pinchando en una de las barras de cada lote usando la sonda de pH, detallada en la Figura 19, y se anotará el valor en la hoja de registro correspondiente.

## PLAN DE CONTROL FASE 70: CORTAR

<i>ISObrader</i>		CONTROL PLAN											
		Proceso		Baguette		Responsable		David Azcona		Fecha (orig.)		02/05/2020	
		Modelo		Clásica		Nivel Plan Control		Producción		Fecha (rev.)			
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción	
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo				
									Cantidad	Frecuencia			
70 Cortar	Cortado	Manual	19		Fuerza aplicada en el corte	P	Norma interna 4	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor	
			20		Filo del cuchillo	P	Norma interna 5	Corte de prueba	1	1/Turno	Corte de prueba	Parar, avisar supervisor	
			21	Nº Cortes		P	4 cortes	Plantilla de cortes	1	1/Lote	Control visual en Fase 80	Parar, avisar supervisor	
			22	Forma de los cortes		P	Cortes regulares	Plantilla de cortes	1	1/Lote	Control visual en Fase 80	Parar, avisar supervisor	

Figura 25: Plan de Control Fase 70

La Fase 70 es la única que se realiza de forma manual en todo el proceso. En cuanto al proceso de cortar las barras, se quiere controlar la fuerza aplicada en los cortes para que tengan la profundidad adecuada y el horneado se desarrolle correctamente. Para controlarlo, se instalarán imágenes de referencia en el puesto de trabajo de forma que el operario que realiza la tarea tenga un ejemplo visual de la forma correcta de hacer los cortes.

Para controlar el filo del cuchillo, al final de cada turno se afilará la herramienta y se realizará un corte de prueba para comprobar que corta adecuadamente.

En cuanto a las características del producto, se controlarán el número de cortes en cada barra y la forma de dichos cortes. Se utilizará una plantilla de cortes que se colocará sobre las barras y se realizarán los cortes siguiendo dicha plantilla.

## PLAN DE CONTROL FASE 80: HORNEAR

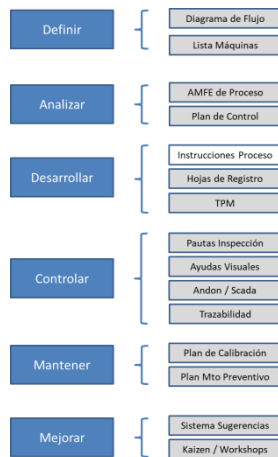
<div>El Obrero</div>		CONTROL PLAN											
		Proceso		Baguette		Responsable		David Azcona		Fecha (orig.)		02/05/2020	
		Modelo		Clásica		Nivel Plan Control		Producción		Fecha (rev.)			
Parte/ Número de proceso	Nombre de proceso/ Descripción de operación	Máquina/ Dispositivo/ Plantilla/ Herramienta	Características			Características especiales	Método				Método de control	Plan de reacción	
			No.	Producto	Proceso		Producción/ Especificaciones proceso/ Tolerancia	Evaluación/ Técnica de medida	Muestreo				
											Cantidad	Frecuencia	
80 Hornear	Horneado	Sveba Dahlen Serie I 160	23		Temperatura horneado	P	200 ± 5 °C	Gesa Catertemp Ref:221-046	1	1/Lote	Control manual Hoja de registro	Parar, avisar supervisor	
			24		Humedad horneado	P	60 ± 5 %	PCE-MWM 230-0950-HT	1	1/Lote	Control manual Hoja de registro	Parar, avisar supervisor	
			25		Tiempo horneado	P	32 ± 0,5 min	Temporizador	1	1/Lote	Control manual Hoja de registro	Parar, avisar supervisor	
			26	Color corteza		P	Marron claro	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor	
			27	Forma		P	Baguette	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor	
			28	Nº cortes		P	4 cortes	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor	
			29	Forma de los cortes		P	Cortes regulares	Imágenes de referencia	1	1/Lote	Comparación visual	Parar, avisar supervisor	
			30	Sabor		P	Norma interna	Gustativa Operario	1	1/Lote	Operario prueba un trozo de pan	Parar, avisar supervisor	

Figura 26: Plan de Control Fase 80

En la Fase 80, la última del proceso de las baguettes, se controlarán la humedad y la temperatura del interior del horno así como el tiempo que dure el horneado. Para las dos primeras características se han elegido dos sondas, cuya referencia está en la Figura 19 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** El operario apuntará los valores que marquen para cada lote de barras. Para el tiempo, se utilizará un temporizador iniciado por el operario, y el valor tras el horneado será anotado junto a los dos anteriores en la hoja de registro correspondiente.

Del producto, se analizarán las características indicadas en la Figura 26 para evaluar si el pan se ha producido correctamente.





# Instrucciones de Proceso





## INSTRUCCIONES DE PROCESO

### INTRODUCCIÓN (IP)

Las instrucciones de proceso es un documento que recoge con detalle la forma de realizar cierta operación. En ellas se explica, paso por paso, cómo se debe proceder para completar la tarea asignada a una determinada fase del proceso productivo. Debe ser un documento claro y lo suficientemente detallado como para que, leyendo solamente la información del documento, un trabajador sea capaz de realizar las operaciones descritas correctamente.

Este documento recoge lo analizado en el AMFE de proceso y los controles propuestos en el Plan de Control y los traduce a instrucciones que un operario pueda seguir mientras hace su trabajo. De esta forma, se busca que el proceso se desarrolle tal y como se ha diseñado, intentado minimizar las desviaciones y las no conformidades.

Resulta muy útil, para el operario que lee las instrucciones, la presencia de imágenes o ayudas visuales en el documento. Estas pueden ser desde fotos de la máquina donde deben observar algún parámetro, hasta imágenes que les sirvan para comparar y determinar si el producto que tienen delante está en buen estado o no. También son de gran ayuda las imágenes que muestran los equipos de medida que se deben usar en cada inspección.

Además de la secuencia de trabajo y las pautas de inspección que aseguran el buen desarrollo del proceso, es importante hacer partícipes a los trabajadores de las tareas de limpieza y mantenimiento en su puesto de trabajo. En las fases del proceso que lo requieran, se incluirán tareas orden y limpieza una vez se termine el turno y también pequeñas tareas de mantenimiento. Esto está ligado con la aplicación del TPM al proceso productivo.

Merece la pena destacar la importancia que adquiere para la calidad el orden y limpieza de cada puesto de trabajo. Está ampliamente demostrado el aumento de la satisfacción del personal y por ende de su productividad. A eso se deben algunos de los puntos incluidos en las instrucciones de cada una de las operaciones.

Este concepto fue desarrollado por Toyota en los años 60 mediante la metodología 5S, que son las iniciales de 5 palabras japonesas [17].

- 1) Seiri (eliminar todo lo incensario)
- 2) Seiton (ordenar, un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio)
- 3) Seiso (limpieza)
- 4) Seiketsu (estandarización, control visual de los puestos de trabajo)
- 5) Shitsuke (disciplina para mantener e incluso mejorar el estándar definido)

No es objeto principal de este proyecto pero es una herramienta básica en la industria moderna que:

- 1) Aumenta la seguridad
- 2) Aumenta la calidad de producción
- 3) Reduce los tiempos dedicados a búsquedas.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (IP)

Para redactar las instrucciones de proceso se ha dividido cada fase del proceso en cuatro etapas. La plantilla quedaría de la siguiente manera.

Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES		Autor	David Azcona	
Baguettes	Fase	40 Reposar	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia		Acción		Ayuda/Utensilio	Valor
		Antes de empezar a trabajar			
		Secuencia de trabajo			
		Pauta de inspección			
		Al acabar el turno			

- 1) Antes de empezar a trabajar: recoge las acciones o comprobaciones que debe realizar el operario al inicio del turno y antes de comenzar las operaciones sobre el pan.
- 2) Secuencia de trabajo: indica las operaciones que debe llevar a cabo el trabajador. Deben realizarse en el orden que aparecen de arriba o abajo.
- 3) Pauta de inspección: especifica las inspecciones (si las hubiera) que debe realizar el operario en la fase que se está describiendo.
- 4) Al acabar el turno: indica las acciones que debe hacer el operario en el puesto de trabajo una vez finalice el turno.

También se ha elaborado un encabezado común para todas las hojas de instrucciones a modo de plantilla que consta de las siguientes partes.

- 5) Modelo: indica el modelo que se está trabajando.
- 6) Fase: indica la fase a la que pertenece la hoja de instrucciones.
- 7) Autor: es la persona que ha redactado el documento.
- 8) Fecha: indica la fecha de redacción del documento.
- 9) Logo de la empresa.

Además, en las etapas descritas anteriormente para describir las fases del proceso, se ha dividido en cuatro columnas de la siguiente manera.

- 10) Frecuencia: indica cada cuánto se realiza la acción descrita a continuación.
- 11) Acción: describe lo que debe hacer el operario paso por paso.
- 12) Ayuda/utensilio: especifica si el operario dispondrá de alguna ayuda para realizar la tarea. En algunos casos irá acompañado de una imagen para clarificar cuál es esa ayuda/utensilio.
- 13) Valor: si el operario debiera verificar o medir algún valor, aquí se indica entre que valores debe estar acotada dicha medida.

## DOCUMENTACIÓN (IP)

### INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 10: AMASAR

Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES	Autor	David Azcona	
Baguettes	Fase 10 Amasar	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
<b>Antes de empezar a trabajar</b>				
Turno	Encender máquina	Manual		Foto del HMI
Turno	Comprobar velocidad de amasado en la máquina es la correcta	Visual Indicador 1 Foto del indicador	200 rev/min	
Turno	Comprobar tiempo de amasado en la máquina es el correcto	Visual Indicador 2 Foto del indicador	15 min	
<b>Secuencia de trabajo</b>				
Lote	Colocar un saco de harina de 25 kg en la báscula	Traspaleta		
Lote	Quitarle hasta que marque la cantidad correcta	Báscula (Ref:CPZ) 	22,24 - 22,26 kg	
Lote	Colocar un saco de sal de 2 kg	Manual		
Lote	Quitarle hasta que marque la cantidad correcta	Báscula (Ref:CPZ)	1,88 - 1,90 kg	
Lote	Echar en la cuba un saco de harina entero y el que se ha manipulado	Traspaleta	47,24 - 47,26 kg	
Lote	Echar la masa madre ya pesada previamente por el suministrador	Traspaleta	16,06 - 16,08 kg	
Lote	Abrir el grifo y dejar salir agua hasta que el caudalímetro marque los litros correctos	Manual	29,29 - 29,31 litros	
Lote	Echar el saco de sal que se ha manipulado	Manual		
Lote	Bajar la tapa y pulsar marcha	Manual		Foto del HMI
Lote	Iniciar temporizador	Manual	15 min	
Lote	Ciclo automático amasado	Automático	15 min	
Lote	Una vez amasado, levantar la tapa y llevar a siguiente fase	Manual (Cubeta extraíble)		
<b>Pauta de inspección</b>				
Lote	Apuntar el valor echado de cada ingrediente en la hoja de registro	Hoja de registro		
Lote	Comparar homogeneidad de la masa obtenida con foto de referencia	Visual (AV10.01)		
<b>Al acabar el turno</b>				
Turno	Al acabar el turno apagar la máquina	Manual		Foto del HMI
Turno	Limpiar de restos de masa la helice y la cuba de la máquina	Manual	Ficha TPM 10.01	
Turno	Limpiar zonas de trabajo	Manual		
Turno	Dejar báscula y material sobrante en la zonas indicadas	Manual (AV10.02)		
Turno	Dejar traspaleta en su zona	Manual (AV 10.03)		

Figura 27: Instrucciones de Proceso Fase 10

En esta fase, es de vital importancia el pesaje de los ingredientes de la masa para que sus propiedades sean las deseadas. Por ello se incluye en las instrucciones las cantidades que se deben pesar y con qué báscula hacerlo.

De igual importancia es comprobar el estado de la masa tras la operación de la máquina y, por ello, se ha elaborado la ayuda visual AV10.01. De esta forma, el trabajador que vaya a retirar la masa de la máquina tendrá una forma fácil y objetiva de comprobar el estado de dicha masa.

Las ayudas visuales son herramienta potente para aquellos procesos no automatizados. No puede sustituir a la formación del personal pero sirve como refuerzo y recordatorio de la misma. Ayuda a la flexibilidad de la plantilla así como la eventual incorporación de nuevos trabajadores.

Se han dejado diversos espacios en las celdas de la Figura 27 para colocar fotos e imágenes que ayuden al operario en su tarea. Por ejemplo, en la acción de encender la máquina, se incluiría una foto de dónde tiene que pulsar el trabajador para encenderla (Foto del HMI). Sin embargo, al ser este un trabajo teórico hecho desde casa, la información disponible es limitada y no se tiene imágenes de todo lo necesario. Lo mismo ocurre con las fotos de los indicadores donde el operario deberá comprobar que los parámetros de la máquina son los correctos.

En cuanto a las ayudas visuales, se han elaborado algunas de ellas a modo de ejemplo. El resto de ellas se han dejado sin completar y se ha colocado la imagen de su plantilla en el lugar que ocuparían en el documento final.

## INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 20: TROCEAR

Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES	Autor	David Azcona	
Baguettes	Fase	20 Trocear	Fecha:	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
Antes de empezar a trabajar				
Turno	Encender la máquina	Manual		
Turno	Comprobar peso seleccionado es el correcto	Visual Indicador 1 	270 g	
Secuencia de trabajo				
Lote	Introducir masa proveniente de la fase 10 en la tolva de recepción de la máquina	Bowl Lift 		
Lote	Pulsar marcha	Manual		
Lote	Formado	Automático		
Lote	Apartar el primer trozo que salga y pesar	Báscula (Ref:CPZ) 	270 ± 5 g	
Lote	Extender el trozo y comparar con imagen de referencia	Manual		
Lote	Si coincide con imagen 1, introducir el resto de trozos en cámara de reposo	Visual (AV 20.01)		
Lote	Si coincide con imagen 2, llevar a bolear	Visual (AV 20.01)		
Pauta de inspección				
Lote	Pesar el primer trozo de masa de cada lote y anotar el valor	Hoja de registro	270 ± 5 g	
Lote	Extender el primer trozo y comparar	Visual (AV 20.01)		
Al acabar el turno				
Turno	Al acabar el turno apagar la máquina	Manual		
Turno	Limpiar de restos de masa la tolva	Manual	Ficha TPM 20.01	
Turno	Limpiar zonas de trabajo	Manual		
Turno	Dejar báscula y material sobrante en la zonas indicadas	Manual (AV 20.02)		

Figura 28: Instrucciones de Proceso Fase 20

En esta fase, al igual que con la anterior, faltaría información para completar las ayudas visuales y las fotos.

Para pesar los trozos de masa se ha usa la misma báscula que para la Fase 10 ya que por sus especificaciones se puede utilizar en ambas fases.

Además, para facilitar la labor de los trabajadores y evitar lesiones, se ha elegido una Elevadora que se encargue de verter la masa contenida en la cuba proveniente de la fase 10, en la tolva de recepción de la troceadora de la Fase 20.

Es importante ser conscientes de los riesgos que supone cada tarea al trabajador, tanto de seguridad, de salud o de ergonomía. No se debe asignar tareas que puedan poner en peligro la integridad de los trabajadores ya que son el activo más valioso de la empresa. Estos deben ser protegidos adecuadamente y la prevención de riesgos laborales debe ser tenida en cuenta dentro de la estructura organizativa de la empresa. Esta prevención tiene unos objetivos claros:

- 1) Disminución de accidentes y sus consecuencias humanas, económicas y legales.
- 2) Conseguir un lugar de trabajo seguro
- 3) Mayor satisfacción de los trabajadores y mejora del clima laboral
- 4) Aumento de la productividad
- 5) Disminución costes laborales derivados
- 6) Cumplir con la legislación vigente y evitar consecuencias legales por incumplimientos

No se ha profundizado en este aspecto en el presente proyecto y es un tema que se debe tener cuenta al implantar un proceso productivo real. Pero la decisión de introducir la elevadora mencionada, viene motivada por lo explicado anteriormente.

## INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 30: BOLEAR




Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES	Autor	David Azcona	<i>El Obrador</i>
Baguettes	Fase 30 Bolear	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
Antes de empezar a trabajar				
Turno	Comprobar que la guía para los trozos está libre de obstáculos	Visual		
Turno	Encender máquina	Manual		Foto del HMI
Secuencia de trabajo				
Lote	Un operario se coloca en la entrada de la máquina	Manual		
Lote	Un segundo operario se coloca a la salida	Manual		
1	El que está en la entrada alimenta la máquina con los trozos de la Fase 20	Manual		
1	Boleado	Automático		
1	El que está en la salida recoge los trozos y los introduce en la Fase 40	Manual		
Lote	Se aparta la primera bola que sale de la máquina	Manual		
Lote	Se extiende la bola y se compara con la referencia	Visual (AV 30.01)		
	Si es buena, el resto de bolas se introducen en la Fase 40	Manual		
	Si es mala, avisar supervisor	Manual		
Pauta de inspección				
Lote	Extender el primer trozo y comparar	Visual (AV 30.01)		
Al acabar el turno				
Turno	Al acabar el turno apagar la máquina	Manual		Foto del HMI
Turno	Limpiar de restos de masa la máquina	Manual		Ficha TPM 30.01
Turno	Limpiar zonas de trabajo	Manual		

Figura 29: Instrucciones de Proceso Fase 30

Como se ha comentado en capítulos anteriores, esta fase del proceso es auxiliar y solamente se utilizará cuando se observe falta de extensibilidad en trozos de masa tras el troceado. Es por ello, que durante el desarrollo normal del proceso bajo control, no debería ser necesaria la Fase 30.

Sin embargo, si se diera el caso en que se debiera llevar a cabo el boleado de los trozos de masa, se ha determinado que esta tarea se realice entre dos operarios. Esta decisión implica tener dos trabajadores ocupados para una misma tarea y no disponer de este segundo trabajador para realizar otras tareas.



A pesar de ello, se ha estructurado así el proceso ya que se trata de una fase que se sale del curso normal del proceso y se quiere realizar lo más rápidamente posible. Las dos razones que han motivado esta decisión son las siguientes.

- 1) Agilizar la tarea y reducir el tiempo de ejecución
- 2) Reducir el impacto de esta fase adicional sobre el resto del proceso

Uno de los operarios será el que se encuentre en ese momento en la Fase 20, ya que será él quien haya detectado que la Fase 30 es necesaria. El segundo trabajador se unirá a la tarea, y será uno de los otros dos, aquel que se encuentre libre o en la Fase 10. Si la Fase 30 se realizase con un solo operario:

- 1) La fase se ralentiza y se prolonga en el tiempo
- 2) Genera un cuello de botella en el proceso
- 3) Se paralizan los lotes posteriores al no poder avanzar por el proceso

### INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 40: REPOSAR

Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES	Autor	David Azcona	<i>El Obrero</i>
Baguettes	Fase 40 Reposar	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
Antes de empezar a trabajar				
Turno	Comprobar que la máquina no tiene ninguna pieza de masa dentro	Visual	Vacío	
Turno	Encender la máquina	Manual		
Secuencia de trabajo				
1	Meter uno a uno en la máquina los trozos de masa que salen de la Fase 20 o 30	Manual		
Lote	Iniciar temporizador	Manual	1 hora	
Lote	Reposo de las piezas	Automático	1 hora	
1	Sacar las piezas de la máquina y llevar a siguiente fase	Manual		
Pauta de inspección				
Lote	Registrar el tiempo cuando se a va sacar el primer trozo tras haber reposado	Hoja de registro		
Al acabar el turno				
Turno	Al acabar el turno apagar la máquina	Manual		
Turno	Comprobar que la máquina no tiene ninguna pieza de masa dentro	Visual	Vacío	
Turno	Limpiar de restos de masa la máquina	Manual	Ficha TPM 40.01	
Turno	Limpiar zonas de trabajo	Manual		

Figura 30: Instrucciones de Proceso Fase 40

Esta fase es bastante sencilla para el operario ya que solo requiere introducir los trozos de masa uno a uno y retirarlos una vez ha pasado el tiempo de reposo. Es importante comprobar que la máquina quede vacía para que no surjan problemas entre lotes de barras.

## INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 50: FORMAR



Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES	Autor	David Azcona	<i>El Obrador</i>
Baguettes	Fase 50 Formar	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
<b>Antes de empezar a trabajar</b>				
Turno	Colocar rodillos en las posiciones marcadas	Marcas visuales		
Turno	Encender máquina	Manual		Foto del HMI
<b>Secuencia de trabajo</b>				
Lote	Colocar un carro junto a la cinta de salida de la máquina	Manual		
Lote	Colocar bandejas apiladas en la mesa auxiliar junto a la máquina	Manual		
1	Alimentar la máquina con los trozos de la Fase 40	Manual		
1	Coger las barras a la salida de la máquina y colocarla en la primera bandeja de la pila	Manual		8/bandeja
1	Colocar las barras en las posiciones delimitadas	Bandejas acanaladas		
1	Colocar las bandejas en el carro empezando de abajo a arriba	Manual		
1	Llevar carros a la fase siguiente	Manual		
<b>Pauta de inspección</b>				
Lote	Medir la longitud de la primera barra que salga de la máquina	Cinta métrica		60 ± 3 cm
Lote	Anotar el valor en la hoja de registro	Hoja de registro		
<b>Al acabar el turno</b>				
Turno	Al acabar el turno apagar la máquina	Manual		Foto del HMI
Turno	Limpiar de restos de masa la cinta de salida	Manual		Ficha TPM 50.01
Turno	Limpiar zonas de trabajo	Manual		
Turno	Dejar cinta métrica en la zonas indicadas	Manual (AV 50.01)		

Figura 31: Instrucciones de Proceso Fase 50

En la Fase 50, la característica más importante es la posición de los rodillos que dan la forma a las barras. Por ello, se ha decidido realizar unas marcas en los puntos donde deben ir colocados para así asegurar que la forma de las barras será la deseada. Por supuesto, el estado de los rodillos deberá ser el adecuado ya que si no las barras tendrá formas no deseadas. Esta tarea corresponde a la parte del mantenimiento (TPM).

El segundo aspecto más importante, es el espaciado entre las barras una vez colocadas en las bandejas. Esto adquiere una especial importancia ya que en la siguiente fase, las barras aumentarán su volumen y no deben juntarse unas con otras. Se ha establecido que se pondrán 8 barras por bandeja en base a los cálculos recogidos en el Anexo 1. Para conseguir esta separación entre las barras se comprarán bandejas acanaladas de panadería de 8 ranuras.

## INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 60: FERMENTAR

Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES		Autor	David Azcona	
Baguettes	Fase	60 Fermentar	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia	Acción		Ayuda/Utensilio		Valor
Antes de empezar a trabajar					
Lote	Comprobar que no hay carros dentro de la cámara		Visual		Vacío
Turno	Medir temperatura de cámara es correcta		Termómetro (Ref:810-155) 		21-23 °C
Turno	Medir humedad de cámara es correcta		Higrómetro (Ref:810-155)		70-80%
Lote	Comprobar que la medición coincide con los valores que da la pantalla de la cámara		Visual		
Secuencia de trabajo					
Lote	Introducir en la cámara los carros provenientes de la fase 50		Manual		
Lote	Llenar cámara de izquierda a derecha		Manual		
Lote	Cerrar puerta de la cámara		Manual		
Lote	Iniciar temporizador		Manual		
Lote	Fermentación		Automática		23 horas
Lote	Sacar carros de la cámara de izquierda a derecha		Manual		
Lote	Coger una barra para analizar de una bandeja a la altura del pecho del operario		Manual		
Lote	Medir acidez de una barra de esa bandeja (cualquiera)		Medidor pH (Ref:206-pH2) 		5,2-5,4 pH
Lote	Si el pH es válido, llevar carros a siguiente fase		Manual		
Lote	Si no es válido, avisar supervisor		Manual		
Pauta de inspección					
Lote	Tras fermentar, medir pH de una barra pinchandola con el medidor en el centro		Medidor pH (Ref:206-pH2)		5,2-5,4 pH
Lote	Anotar valor de pH medido		Hoja de registro		
Lote	Anotar valor de temperatura de la cámara antes de meter los carros		Hoja de registro		
Lote	Anotar valor de humedad de la cámara antes de meter los carros		Hoja de registro		
Al acabar el turno					
Turno	Comprobar que las cámaras están funcionando		Visual		
Turno	Comprobar temperatura de cámara es correcta en su pantalla		Visual Indicador 1		21-23 °C
Turno	Comprobar humedad de cámara es correcta en su pantalla		Visual Indicador 2		70-80%
Turno	Limpiar zonas de trabajo		Manual		

Figura 32: Instrucciones de Proceso Fase 60

Lo más importante de esta fase es controlar las condiciones de la cámara de fermentación ya que de ello dependen las propiedades finales del pan. La forma de comprobar que la fermentación ha sido correcta, es midiendo el pH de la masa. Para su control, se han escogido unos aparatos de medida sencillos de usar.

- 1) Termómetro/Higrómetro: irá colocado junto a la cámara de fermentación. El operario solamente tendrá que observar y anotar los valores que muestra en pantalla.
- 2) Medidor de pH: se deberá pinchar la barra escogida como muestra y anotar el valor de pH que proporciona.

## INSTRUCCIONES DE PROCESO FASE 70: CORTAR




Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES		Autor	David Azcona	
Baguettes	Fase	70 Cortar	Fecha:	27/04/2020	
<b>Frecuencia</b>	<b>Acción</b>		<b>Ayuda/Utensilio</b>	<b>Valor</b>	
<b>Antes de empezar a trabajar</b>					
Turno	Despejar mesa de trabajo de posibles estorbos		Manual		
Turno	Comprobar presencia de cuchilla en su lugar indicado		Manual		
Turno	Comprobar que la cuchilla ha sido afilada el día anterior		Hoja de registro		Día anterior al actual
<b>Secuencia de trabajo</b>					
1	Sacar una bandeja del carro (de abajo a arriba)		Manual		
1	Colocarla debajo de la guía		Manual		
1	Coger la cuchilla		Manual		
1	Realizar los cortes siguiendo la plantilla		Plantilla de cortes		4 cortes/barra
1	Ayudarse de imágenes de referencia en puesto de trabajo		Visual (AV 70.01)		
1	Dejar la cuchilla en posición de reposo		Manual		
1	Retirar bandeja y devolver al carro		Manual		
1	Repetir proceso para todas las bandejas del carro		Manual		
<b>Pauta de inspección</b>					
<b>Al acabar el turno</b>					
Turno	Afilar cuchilla según indicaciones TPM		Manual		Ficha TPM 70.01
Turno	Dejar cuchilla en su lugar correspondiente		Manual (AV 70.02)		
Turno	Limpiar zona de trabajo		Manual		

Figura 33: Instrucciones de Proceso Fase70

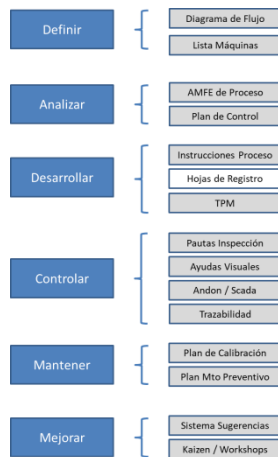
En esta fase, se destaca la plantilla de cortes que se utilizará para ayudar al operario en su tarea de cortar las barras de pan. Esta herramienta estaría por diseñar, pero funcionaría a modo de patrón, colocándose sobre las bandejas con las barras y el operario seguiría las guías con la cuchilla. Con esto se busca:

- 1) Mayor regularidad en los cortes
- 2) El número de cortes en cada barra sea el deseado
- 3) Facilitar la tarea al operario
- 4) Mejorar la repetibilidad de los cortes

## INSRTUCCIONES DE PROCESO FASE 80: HORNEAR

Modelo:	HOJA DE INSTRUCCIONES	Autor	David Azcona	
Baguettes	Fase 80 Hornear	Fecha:	27/04/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
Antes de empezar a trabajar				
Turno	Comprobar que el horno está vacío	Visual		
Turno	Comprobar presencia de elementos de protección	Visual		
Turno	Encender máquina	Manual		Foto del HMI
Turno	Precalentar a la temperatura de horneado	Manual	200 °C	
Turno	Comprobar la temperatura del horno con la sonda	Termómetro (Ref:221-046) 	195-205 °C	
Secuencia de trabajo				
Lote	Acercar los carros recibidos de la fase 70 a la entrada del horno	Manual		
Lote	Colocarse elementos de protección	Guantes, pantalla facial		
Lote	Abrir la puerta	Manual		
Lote	Introducir los carros en las posiciones marcadas	Manual		
Lote	Cerrar la puerta	Manual		
Lote	Dejar elementos de protección en su lugar correspondiente	Manual		
Lote	Iniciar temporizador	Temporizador	32 minutos	
Lote	Horneado	Automático	32 minutos	
Lote	Colocarse elementos de protección	Manual		
Lote	Abrir la puerta	Manual		
Lote	Sacar los carros	Manual		
Lote	Cerrar la puerta	Manual		
Lote	Llevar carros a la zona marcada para que se enfríen	Manual		
Lote	Dejar elementos de protección en su lugar correspondiente	Manual		
Lote	Coger una barra aleatoria de uno de los carros para inspeccionar	Manual		
Pauta de inspección				
Lote	Comprobar la temperatura del horno antes de meter los carros	Termómetro (Ref:221-046)	195-205 °C	
Lote	Comprobar la humedad del horno antes de meter los carros	Sonda humedad (Ref:230-0950-HT) 	55-65 %	
Lote	Anotar valor de temperatura al introducir los carros	Hoja de registro		
Lote	Anotar valor de humedad al introducir los carros	Hoja de registro		
Lote	Anotar valor de tiempo al sacar los carros	Hoja de registro		
Lote	Comparar forma de la barra, color, nº cortes, forma de los cortes	Visual (AV80.01) 		
Lote	Probar el sabor de la barra	Manual		
Al acabar el turno				
Turno	Al acabar el turno apagar la máquina	Manual		Foto del HMI
Turno	Tareas de limpieza y mantenimiento	Manual	Ficha TPM 80.01	
Turno	Comprobar que no quedan carros dentro del horno	Manual		
Turno	Limpiar zonas de trabajo	Manual		

Figura 34: Instrucciones de Proceso Fase 80



# Hojas de Registro



## HOJAS DE REGISTRO

### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO (HR)

Los controles que se han establecido en los apartados anteriores necesitan almacenar los datos que se obtienen durante el proceso para poder evaluar si este se está desarrollando de forma correcta. Serán los trabajadores que realicen los controles, quienes se encarguen de registrar los valores obtenidos de los parámetros que se busca mantener bajo control.

Para almacenar dichos datos, se han elaborado unas hojas de registro que serán rellenadas manualmente por un operario. Estas hojas irán colocadas en aquellas fases que así lo requieran tal y como se ha establecido previamente (véase Figura 6). Se han diseñado unas plantillas que los operarios deberán rellenar.

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	<i>El Obrero</i>
Baguettes	Fase	80 Hornear	Fecha:		
Lote	Carácterística	Valor	Hora	Firma	

Diagram description: The form is a table with 6 columns. Numbered callouts point to the following fields: 1) Modelo:; 2) Lote; 3) Fase; 4) Carácterística; 5) Valor; 6) Fecha; 7) Autor; 8) Hora; 9) Firma; 10) The company logo 'El Obrero'.

Figura 35: Plantilla Hoja de Registro

- 1) Modelo: el modelo de pan del que se registran los datos
- 2) Lote: identifica el lote de barras de pan del que se anotan los datos
- 3) Fase: indica la fase del proceso
- 4) Carácterística: indica el parámetro que se está midiendo
- 5) Valor: dato medido de la característica buscada
- 6) Fecha: el día que se registran los datos
- 7) Autor: la persona que redacta la plantilla
- 8) Hora: la hora del día en que anota el dato
- 9) Firma: el operario deberá firmar que ha registrado ese dato
- 10) Logo de la empresa



## DOCUMENTACIÓN (HR)

Se han elaborado unas tablas bastante sencillas para las fases del proceso donde se requiere almacenar datos. Son hojas que recogerán la información de un día de trabajo y que se han organizado por lotes. El operario anotará el dato medido que corresponda a cada fase y añadirá la hora en que se registró, además de su firma para dar validez al dato.

Las hojas llevarán la fecha del día de toma de los datos para poder hacer un seguimiento en el tiempo del desempeño del proceso. Todas las hojas se almacenarán en un archivo del proceso de las baguettes, de forma que se obtendrá un histórico de las características del proceso.

Con esta información se podría realizar, en un futuro, un control estadístico de la calidad utilizando alguna herramienta informática como puede ser el programa Minitab (cuyo uso está ampliamente extendido en la industria).

### HOJAS DE REGISTRO FASE 10: AMASAR

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	El Obrador
Baguettes	Fase	10 Amasar	Fecha:		
Lote	Característica	Valor	Hora		
1	Cantidad harina	(kg)			
1	Cantidad agua	(L)			
1	Cantidad masa madre	(kg)			
1	Cantidad sal	(kg)			
2	Cantidad harina	(kg)			
2	Cantidad agua	(L)			
2	Cantidad masa madre	(kg)			
2	Cantidad sal	(kg)			
3	Cantidad harina	(kg)			
3	Cantidad agua	(L)			
3	Cantidad masa madre	(kg)			
3	Cantidad sal	(kg)			
4	Cantidad harina	(kg)			
4	Cantidad agua	(L)			
4	Cantidad masa madre	(kg)			
4	Cantidad sal	(kg)			
5	Cantidad harina	(kg)			
5	Cantidad agua	(L)			
5	Cantidad masa madre	(kg)			
5	Cantidad sal	(kg)			
6	Cantidad harina	(kg)			
6	Cantidad agua	(L)			
6	Cantidad masa madre	(kg)			
6	Cantidad sal	(kg)			

Figura 36: Hoja de Registro Fase 10

## HOJA DE REGISTRO FASE 20: TROCEAR

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	El Obrero	
Baguettes	Fase		20 Trocear			Fecha:
Lote	Característica	Valor	Hora			Firma
1	Peso de una barra	(g)				
2	Peso de una barra	(g)				
3	Peso de una barra	(g)				
4	Peso de una barra	(g)				
5	Peso de una barra	(g)				
6	Peso de una barra	(g)				

Figura 37: Hoja de Registro Fase 20

## HOJA DE REGISTRO FASE 40: REPOSAR

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	<i>El Obrero</i>
Baguettes	Fase	40 Reposar	Fecha:		
Lote	Característica	Valor	Hora	Firma	
1	Tiempo de reposo	(min)			
2	Tiempo de reposo	(min)			
3	Tiempo de reposo	(min)			
4	Tiempo de reposo	(min)			
5	Tiempo de reposo	(min)			
6	Tiempo de reposo	(min)			

Figura 38: Hoja de Registro Fase 40

## HOJA DE REGISTRO FASE 50: FORMAR

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	El Obrero
Baguettes	Fase		50 Formar		
			Fecha:		
Lote	Característica	Valor	Hora	Firma	
1	Longitud de una barra	(cm)			
2	Longitud de una barra	(cm)			
3	Longitud de una barra	(cm)			
4	Longitud de una barra	(cm)			
5	Longitud de una barra	(cm)			
6	Longitud de una barra	(cm)			

Figura 39: Hoja de Registro Fase 60

## HOJA DE REGISTRO FASE 60: FERMENTAR

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	<i>El Obrador</i>
Baguettes	Fase 60 Fermentar		Fecha:		
Lote	Característica	Valor	Hora	Firma	
*	Temperatura de la cámara	(kg)			
*	Humedad de la cámara	(L)			
1	Tiempo fermentando	(h min)			
1	pH de una barra	(pH)			
2	Tiempo fermentando	(h min)			
2	pH de una barra	(pH)			
3	Tiempo fermentando	(h min)			
3	pH de una barra	(pH)			
4	Tiempo fermentando	(h min)			
4	pH de una barra	(pH)			
5	Tiempo fermentando	(h min)			
5	pH de una barra	(pH)			
6	Tiempo fermentando	(h min)			
6	pH de una barra	(pH)			

Figura 40: Hoja de Registro Fase 60

Las casillas con un \* en el apartado del lote es debido a que es un dato que se toma una vez por turno, por lo que abarca todos los lotes de barras de pan de un día de trabajo.

## HOJA DE REGISTRO FASE 80: HORNEAR

Modelo:	REGISTROS		Autor	David Azcona	<i>El Obrador</i>
Baguettes	Fase 80 Hornear		Fecha:		
Lote	Característica	Valor	Hora	Firma	
1	Temperatura del horno	(°C)			
1	Humedad del horno	(%)			
1	Tiempo horneado	(min)			
2	Temperatura del horno	(°C)			
2	Humedad del horno	(%)			
2	Tiempo horneado	(min)			
3	Temperatura del horno	(°C)			
3	Humedad del horno	(%)			
3	Tiempo horneado	(min)			
4	Temperatura del horno	(°C)			
4	Humedad del horno	(%)			
4	Tiempo horneado	(min)			
5	Temperatura del horno	(°C)			
5	Humedad del horno	(%)			
5	Tiempo horneado	(min)			
6	Temperatura del horno	(°C)			
6	Humedad del horno	(%)			
6	Tiempo horneado	(min)			

Figura 41: Hoja de Registro Fase 80



# TPM



## TPM

### INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de la Calidad Total en un proceso productivo, uno de los conceptos más extendidos entre las empresas es el TPM (Mantenimiento Productivo Total). Este TPM es una filosofía de trabajo que busca mejorar la eficiencia de los equipos y las operaciones implicados en el proceso. El objetivo es **minimizar pérdidas** mediante la aplicación de:

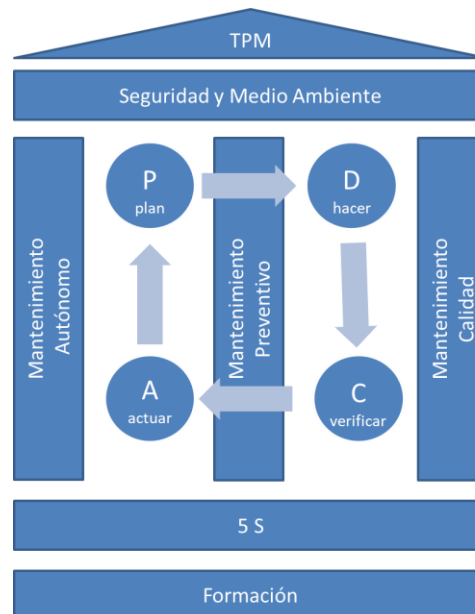
- 1) Cero defectos
- 2) Cero averías
- 3) Cero accidentes

La consecución de estos objetivos está relacionada con actividades de orden y limpieza, así como revisiones o sustituciones programadas, en las que se involucra a los trabajadores de la línea de producción. Estas actividades de mantenimiento han sido realizadas tradicionalmente por el personal de mantenimiento. Sin embargo, el TPM introduce el concepto de Participación Total, con el cual se busca que el personal de producción, además de todo el personal de la empresa, participe también en la realización de estas tareas. La filosofía del TPM se basa en prevenir antes que corregir o reparar. La aplicación de estos conceptos presenta las siguientes ventajas.

- 1) Mejora de la calidad
- 2) Mejora de la productividad
- 3) Mayor aprovechamiento del capital humano
- 4) Reducción de desperdicios (temporales, materiales, humanos)
- 5) Reducción de costes (asociados a reparaciones, disconformidades, averías, etc)

El TPM está soportado por seis pilares fundamentales [8].

- 1) Mejora continua: se adoptan ciclos de mejora como el Planear-Hacer-Verificar-Actuar (conocido por las siglas en inglés PDCA)
- 2) Mantenimiento autónomo: llevado a cabo por los trabajadores de producción
- 3) Mantenimiento preventivo (o planificado): acciones planeadas en el tiempo para buscar **cero averías**
- 4) Mantenimiento de calidad: búsqueda de **cero defectos** mediante el mantenimiento de los equipos.
- 5) Formación: buscar la participación activa y el desarrollo de todo el personal.
- 6) Seguridad y medioambiente: el objetivo es garantizar la integridad del personal y reducir el impacto ambiental. Buscando **cero accidentes** y cero contaminación.



**Figura 42: Gráfico TPM**

Como se observa, son varios los campos de acción en los que deben enfocarse los esfuerzos de la empresa y sus trabajadores para conseguir los objetivos marcados. Sin embargo, en esta parte del proyecto se centrará el trabajo en el mantenimiento autónomo y en el mantenimiento preventivo. Previamente se ha diseñado un sistema para controlar la calidad del proceso de barras de pan (AMFE, Plan de Control, etc.) y ahora, con estos mantenimientos, se busca hacer el sistema robusto en el tiempo. Es importante conseguir que los controles sigan funcionando correctamente a largo plazo, ya que de lo contrario el sistema comenzará a degenerar y se volverá a la situación previa donde no había un control del proceso.

## MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Este tipo de mantenimiento es el que se lleva a cabo con la ayuda de los operarios que trabajan en la línea de producción. Consiste en tareas que debe realizar el trabajador diariamente en su puesto de trabajo y que no requieren una alta especialización. Los objetivos del mantenimiento autónomo son:

- 1) Contribuir a la preservación de los equipos mediante la prevención
- 2) Mejorar la seguridad y eficiencia de los equipos
- 3) Desarrollar cultura de empresa en todos los integrantes de la estructura organizativa

Para llevar a cabo estas acciones, es importante que los trabajadores hayan recibido una formación adecuada, de tal forma que estén capacitados para llevar a cabo las tareas asignadas. Deben tener un dominio completo de los equipos y las máquinas que utilizan, además de las instalaciones que les rodean.

Estas tareas pueden ser tales como:

- 1) Inspecciones (fugas, vibraciones, ruidos, desajustes...)
- 2) Comprobar niveles e indicadores (galgas, manómetros, termómetros, caudalímetros...)
- 3) Tareas de limpieza
- 4) Tareas de lubricación y engrase.
- 5) Ajustes menores
- 6) Propuestas de mejoras

Todas estas tareas, sobre todo las inspecciones y comprobaciones, deben estar diseñadas de forma que el trabajador pueda realizarlas de forma sencilla y rápida. Tienen que ser acciones muy visuales y que siempre faciliten la labor del operario, favoreciendo la toma de decisiones.

Un ejemplo de esto puede ser un manómetro que marca la presión de una máquina (Imagen 2), en el cual se colorean de rojo y verde las zonas entre las que debe encontrarse la aguja. En consecuencia, el operario puede comprobar de un vistazo si la presión es correcta o no.



Imagen 2: Ejemplo manómetro TPM

Para el caso concreto del obrador de pan que se está tratando en este proyecto, se han elaborado una serie de fichas de TPM para algunas de las fases del proceso. En estas hojas se recogen diversas acciones que deberán hacer los trabajadores y que van en consonancia con lo explicado sobre el TPM.



## DOCUMENTACIÓN

### FICHA TPM FASE 10: AMASAR






Modelo:	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Autor: David Azcona	<i>El Obrero</i>
Baguette:	Ficha 10.01	Fecha: 17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor
Turno	Limpiar la cubeta de la máquina de restos de masa, harina, etc	Trapos	
Turno	Limpiar las hélices de la máquina de restos de masa, harina, etc	Trapos	
Turno	Engrasar mecanismo de giro de las hélices de la máquina	Aplicador de aceite 	nº gotas
Turno	Limpiar la pantalla de control de la máquina	Trapos	
Turno	Limpiar la báscula	Trapos	
Lote	Prestar atención a ruidos/vibraciones anormales	Ninguno	
Lote	Identificar fugas y malfuncionamientos	Ninguno	

Figura 43: TPM Ficha 10.01

Estas fichas siguen la codificación asignada en las Hojas de Instrucciones, de modo que cada hoja acompañaría a su correspondiente instrucción de proceso. El operario tendrá esta documentación disponible en el puesto de trabajo para poder revisar las tareas que debe llevar a cabo.

Con una información más ampliada del proceso real, se podría adjuntar imágenes que muestren cómo debe ser el resultado de cada tarea de limpieza. Se han dejado indicados los huecos asignados para dichas imágenes.

Entre las tareas también se han incluido las de prestar atención a ruidos y vibraciones e identificar fugas y malfuncionamientos. Estas adquieren una gran importancia en la prevención de averías en las máquinas ya que, una vibración anormal durante la ejecución normal de un proceso, puede ser la antesala de una avería mayor. Adquiere gran importancia que los trabajadores sean capaces de detectar este tipo anomalías ya que son ellos los que van a estar un mayor número de horas junto a las máquinas. Estas incidencias deben ser comunicadas a un superior para que este las ponga en conocimiento del personal de mantenimiento.

## FICHA TPM FASE 20: TROCEAR

Modelo:	Mantenimiento Autónomo	Autor	David Azcona	
Baguette	Ficha 20.01	Fecha:	17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio		Valor
Turno	Limpiar la tolva de restos de masa	Trapos		
Turno	Limpiar la cinta de salida de restos de masa	Trapos		
Turno	Limpiar la pantalla de selección de la máquina	Trapos		
Turno	Limpiar la báscula	Trapos		
Lote	Prestar atención a ruidos/vibraciones anormales	Ninguno		
Lote	Identificar fugas y malfuncionamientos	Ninguno		

Figura 44: TPM Ficha 20.01

## FICHA TPM FASE 30: BOLEAR

Modelo:	Mantenimiento Autónomo	Autor	David Azcona	
Baguette	Ficha 30.01	Fecha:	17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio		Valor
Turno	Limpiar la zona de entrada de los trozos de masa	Trapos		
Turno	Limpiar la zona de salida de las bolas de masa	Trapos		
Turno	Limpiar la guía que recorren los trozos de masa	Trapos		
Lote	Prestar atención a ruidos/vibraciones anormales	Ninguno		
Lote	Identificar fugas y malfuncionamientos	Ninguno		

Figura 45: TPM Ficha 30.01

## FICHA TPM FASE 40: REPOSAR

Modelo:	Mantenimiento Autónomo	Autor	David Azcona	
Baguette	Ficha 40.01	Fecha:	17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio		Valor
Turno	Limpiar la entrada de la máquina	Trapos		
Turno	Engrasar la compuerta de entrada de la máquina	Aplicador de aceite 		
Turno	Abrir el arcón y limpiar por dentro de restos de masa	Trapos		
Lote	Prestar atención a ruidos/vibraciones anormales	Ninguno		
Lote	Identificar fugas y malfuncionamientos	Ninguno		

Figura 46: TPM Ficha 40.01

## FICHA TPM FASE 50: TROCEAR

Modelo:	Mantenimiento Autónomo	Autor	David Azcona	
Baguette	Ficha 50.01	Fecha:	17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio		Valor
Turno	Limpiar la zona de entrada de los trozos de masa	Trapos		
Turno	Limpiar la zona de salida de las barras	Trapos		
Turno	Limpiar los rodillos de la máquina de restos de masa	Trapos		
Turno	Engrasar los puntos de anclaje de los rodillos	Aplicador de aceite 		
Lote	Prestar atención a ruidos/vibraciones anormales	Ninguno		
Lote	Identificar fugas y malfuncionamientos	Ninguno		

Figura 47: TPM Ficha 50.01

## FICHA TPM FASE 70: CORTAR

Modelo:	Mantenimiento Autónomo	Autor	David Azcona	
Baguette	Ficha 70.01	Fecha:	17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
Turno	Limpiar la mesa de trabajo de restos de masa	Trapos		
Turno	Limpiar la plantilla de cortes de restos de masa	Trapos		
Turno	Afilar la cuchilla y realizar un corte de prueba	Utensilio de afilado	Norma interna	

Figura 48: TPM Ficha 70.01

## FICHA TPM FASE 80: HORNEAR

Modelo:	Mantenimiento Autónomo	Autor	David Azcona	
Baguette	Ficha 80.01	Fecha:	17/05/2020	
Frecuencia	Acción	Ayuda/Utensilio	Valor	
Turno	Dejar la puerta abierta del horno abierta para que se enfríe por dentro	Ninguno	15 minutos	
Turno	Limpiar la pantalla de control de la máquina	Trapos		
Turno	Pasado el tiempo, cerrar la puerta del horno	Ninguno		
Lote	Prestar atención a ruidos/vibraciones anormales	Ninguno		
Lote	Identificar fugas y malfuncionamientos	Ninguno		

Figura 49: TPM Ficha 80.01





# SCADA



## SCADA

Hasta ahora, toda la recopilación de datos y las inspecciones diseñadas para el obrador se han implementado de forma manual, siendo un trabajador el que debe realizar dichas tareas. Sin embargo, cada vez son más las empresas que optan por implantar un sistema SCADA que permita supervisar y controlar remotamente una instalación.

Diseñar un sistema real de este tipo podría abarcar un TFG completo, por ello solamente se va a hacer una aproximación a lo que supondría implantar un SCADA en el obrador del presente proyecto, dejando su desarrollo completo a una posible futura ampliación de este trabajo.

## INTRODUCCIÓN

Las siglas de SCADA provienen del inglés “Supervisory Control And Data Acquisition” que en español significa Supervisión, Control y Adquisición de Datos. Como su nombre bien indica, estos sistemas se encargan de la toma y análisis de datos, de tener bajo control el proceso en base a los datos obtenidos y, en los que su programación lo permita, toman acciones sobre el proceso. Se trata de sistemas de software que se instalan en los equipos de la empresa y que cumplen unos requisitos especificados por la propia empresa.

En líneas generales, un SCADA se encarga de integrar en un solo lugar los datos recogidos de los diferentes sensores instalados en el proceso así como de los autómatas (PLCs) que pudiera haber en el mismo [23]. De esta forma, un trabajador que observe la pantalla del SCADA podrá ver y controlar todos los equipos incluidos en el sistema.

Para recoger todos esos datos y comunicarse con los equipos, es necesario establecer un protocolo común a través del cual todos puedan ‘hablar’. En este sentido, existen diferentes protocolos de comunicación tales como Modbus, Profibus, o incluso algunos propios de cada fabricante como en el caso de Siemens (protocolo Simatic) [23]. La elección de uno u otro dependerá de los equipos que se dispongan en el proceso.

Con los datos recogidos se pueden llevar a cabo diversas acciones [23]:

- 1) Enviar alarmas: se puede programar el envío de avisos, al destino correspondiente, cuando el valor de una temperatura o una presión de una máquina se salga de su rango permitido. Pudiendo así realizar una inspección en busca del problema y evitando averías más graves.
- 2) Guardar valores: se puede almacenar un archivo en un servidor de los datos del proceso de los cuales se quiera tener un histórico registrado. Se puede elegir la frecuencia de registro del dato o incluso si se quiere guardar solamente una media de los valores observados en un periodo de tiempo.
- 3) Hacer gráficos: con los datos obtenidos, se registren en el archivo de la empresa o no, se puede realizar gráficos y tablas para analizar la tendencia de los valores del proceso y tomar decisiones a partir de ello.



## SCADA APLICADO AL OBRADOR

En este capítulo se va a realizar una aproximación al diseño de un sistema SCADA para su implantación en el proceso de elaboración de baguettes. El objetivo es digitalizar los datos obtenidos en las inspecciones realizadas en las distintas fases del proceso y automatizar aquellas partes que lo permitan.

Lo primero es identificar qué equipos de medida, de los escogidos para el obrador, tienen alguna salida digital o analógica que permita incorporar los datos al SCADA directamente desde el equipo de medida. Los parámetros que se quieren almacenar y los equipos utilizados se recogen en la siguiente tabla:

Modelo:	Listado de equipos con salida de datos	Autor: David Azcona	<i>El Obrero</i>
Baguette		Fecha: 17/05/2020	
Fase	Parámetro	Equipo medida	Salida de datos
10	Cantidad harina	Báscula PA100	RS 232 bidireccional
	Cantidad masa madre	Báscula PA100	RS 232 bidireccional
	Cantidad sal	Báscula PA100	RS 232 bidireccional
	Cantidad de agua	Caudalímetro Vórtex	2 salidas digitales
20	Peso trozo de masa	Báscula PA100	RS 232 bidireccional
40	Tiempo reposo	Temporizador	Ninguna
50	Longitud barra	Cinta métrica	Ninguna
60	Temperatura cámara	Gesa (Ref: 810-155)	Ninguna
	Humedad cámara	Gesa (Ref: 810-155)	Ninguna
	Tiempo fermentación	Temporizador	Ninguna
	Acidez barra	Testo Ref: 206-pH2	Ninguna
80	Temperatura horneado	Gesa (Ref: 221-046)	Ninguna
	Humedad horneado	Sonda PCE	RS 485 (Modbus RTU) analógica
	Tiempo horneado	Temporizador	Ninguna

Figura 50: Listado de equipos con salida de datos

Como se observa en la Figura 50, algunos de los equipos cuentan con una salida de datos pero otros no. Los que cuentan con salida se podrán conectar al SCADA de forma que la obtención de datos será automática y controlada por el sistema. Los que no la tienen, sus datos deberán ser introducidos manualmente por un trabajador mediante un HMI (Interfaz Humano-Máquina).

Ya sea automático o mediante un HMI, los datos de los equipos serán recopilados por una serie de PLCs y enviados al ordenador central del SCADA, siguiendo el siguiente esquema (imagen obtenida de [24]):

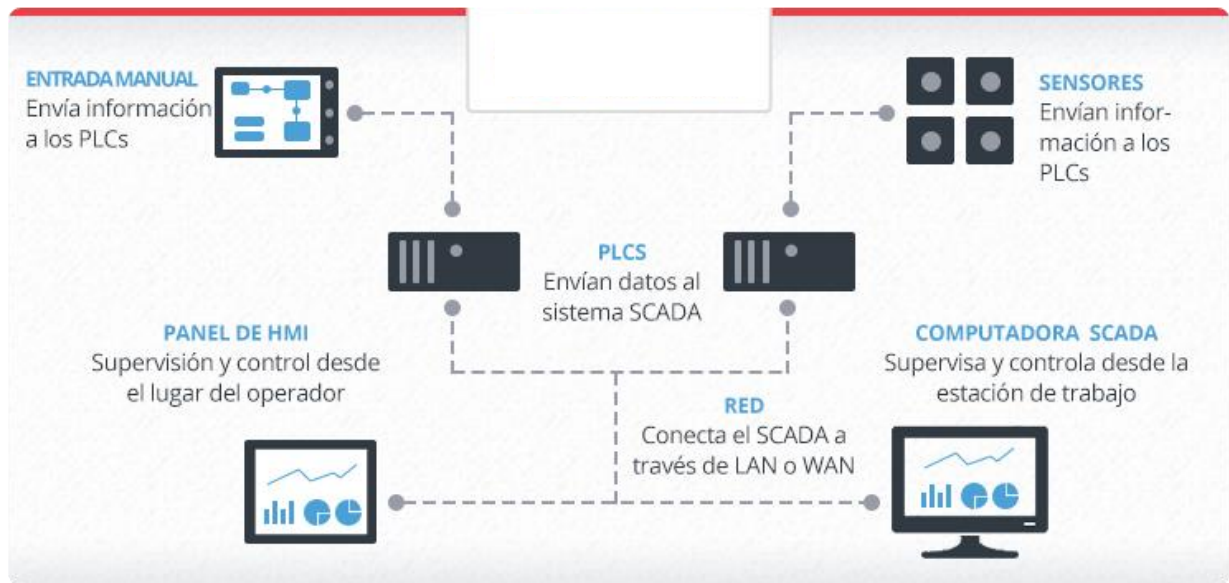


Imagen 3: Esquema de conexiones SCADA

El grupo de sensores mostrado en la Imagen 3 abarca los equipos de medida con salida de datos mostrados en la Figura 50, cada uno con su tipo de conexión correspondiente. El resto de equipos mostrados en la Figura 50 que no poseen una salida de datos, deberán ser usados manualmente por el operario y su dato introducido en una pantalla táctil por el trabajador que lo obtuvo.

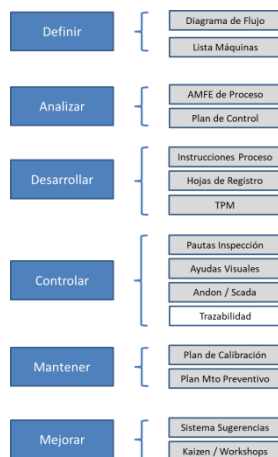
Estas entradas manuales de datos serán necesarias en las Fases 40, 50, 60 y 80 para que el trabajador introduzca los valores medidos. Estas pantallas sustituirían a las Hojas de Registro diseñadas para el obrador sin el sistema SCADA, de forma que se todo se digitaliza y se elimina una de las hojas de los puestos de trabajo.

Con toda la información recogida por el sistema, se podría instalar una pantalla en la zona de producción que mostrara de forma gráfica todos estos parámetros, indicando si se encuentran en un rango de valores aceptable o no. Esta pantalla serviría para que, de un vistazo, un trabajador pueda observar si el proceso está bajo control o si alguna fase no está funcionando correctamente. Dado que la línea de producción es relativamente pequeña, con instalar una sola pantalla será suficiente para que sea visible desde cualquier punto del proceso. También estará disponible esta información en un ordenador central, situado en la oficina del obrador, desde el cual se podrá monitorizar y controlar el proceso en tiempo real.

Sin embargo, la información almacenada debe ir asociada al lote de barras de pan del cual fue obtenida para que todo adquiera un sentido. Por ello, es necesario que el SCADA esté ligado con la trazabilidad del proceso. Debe ser posible diferenciar la información de un lote de la del resto de lotes, siendo posible revisar los datos de uno en concreto en el caso, por ejemplo, de que se diese una reclamación por algún defecto.

Es importante tener en cuenta la forma en que se realizará el almacenamiento de la información, ya sea en un servidor físico situado en el obrador o en algún servidor en la nube. Disponer de un servidor físico requiere de una inversión y un mantenimiento que probablemente no sean asumibles dado el pequeño tamaño del obrador. Por ello, se recomienda la utilización de algún servidor en la nube, liberando a la empresa de las tareas de instalación y mantenimiento. En este aspecto, empresas como Google o Amazon ofrecen servicios de servidores en la nube a un precio bastante económico (Google Drive, por ejemplo, ofrece servicios a empresas desde 5 euros al mes para el paquete más básico).

La implantación de un sistema SCADA en el proceso conlleva una inversión inicial elevada, más aún para un obrador pequeño como el del presente proyecto. Sin embargo, es altamente recomendable en aquellas empresas que quieran automatizar sus procesos y, a largo plazo, los beneficios obtenidos compensan la inversión inicial.



# Trazabilidad



## TRAZABILIDAD

La trazabilidad se define como una serie de procedimientos que permiten hacer un seguimiento de la evolución de un producto en cada una de sus etapas dentro de un proceso productivo. Esto permite rastrear cuándo y dónde fue producido el producto en cuestión y por quién. La forma más común es asignar a cada producto o pieza una numeración única que la identifique de entre el resto de productos de la empresa.

Debido a la creciente preocupación de las empresas por la calidad de sus productos, la trazabilidad ha ido creciendo en su uso en las empresas, desde la industria del automóvil hasta la alimenticia.

Los objetivos que persigue la trazabilidad son:

- 1) Tener un mayor control sobre el proceso productivo.
- 2) Facilitar la búsqueda del problema ante una reclamación de un cliente.
- 3) Minimizar los daños cuando se produce un fallo pudiendo aislar el lote/pieza defectuosos.

En el caso del obrador de pan de este TFG, existe una normativa sobre la trazabilidad para la industria alimentaria, que recoge los requisitos básicos para la implantación de este tipo de sistemas. Esta norma es la ISO 22005, que permite obtener una certificación para la empresa de que se cumplen los estándares de trazabilidad en materia alimenticia [21].

Esta normativa permite certificar ante un cliente que los productos que se ofrecen son fiables, transmitiendo una imagen de compromiso y responsabilidad, ayudando así a mejorar su satisfacción.

El marco normativo mencionado permite cumplir los siguientes objetivos en el obrador [21]:

- 1) Mejorar la calidad y seguridad de los productos
- 2) Tener un histórico de los productos fabricados
- 3) Facilitar la retirada/recuperación de productos defectuosos
- 4) Facilitar la identificación de las partes responsables ante un fallo
- 5) Poder verificar la información específica de un producto concreto
- 6) Comunicar la información relevante al cliente o los consumidores del producto

Dentro de la trazabilidad alimentaria se pueden diferenciar tres etapas en el seguimiento de los productos [22].

- 1) Trazabilidad hacia atrás: hace referencia a la procedencia de los productos. Permite seguir el origen de las materias primas utilizadas y poder depurar responsabilidades en caso de fallo.
- 2) Trazabilidad de proceso: hace referencia a las operaciones realizadas sobre el producto y que dan lugar al resultado final de la elaboración. Termina con la identificación final del producto o lote.
- 3) Trazabilidad hacia adelante: permite hacer un seguimiento de qué se ha entregado, a quién y cuándo.

Existen diferentes formas de implantar la trazabilidad en el proceso según el tipo de identificación elegido o el tipo de marcado de dicha identificación.

Según el tipo de identificación:

- 1) Código alfanumérico
- 2) Código de barras
- 3) Código QR
- 4) RFID



Imagen 4: Ejemplo código alfanumérico



Imagen 7: Ejemplo código de barras



Imagen 5: Ejemplo código QR

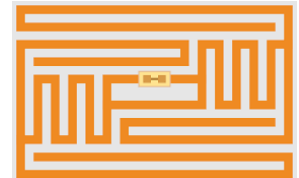


Imagen 6: Ejemplo RFID

Existen muchos soportes para el marcado de los códigos de trazabilidad. Pudiendo destacarse los siguientes principalmente:

- 1) Micropercusión o rayado.
- 2) Etiqueta
- 3) Láser
- 4) Inyección de tinta
- 5) Circuito impreso (RFID)
- 6) Otros



Imagen 8: Ejemplo micropercusión



Imagen 9: Ejemplo rayado



Imagen 10: Ejemplo etiqueta



Imagen 12: Ejemplo láser



Imagen 11: Ejemplo inyección de tinta



Imagen 13: Ejemplo circuito impreso

Para el obrador se ha escogido la opción de etiquetas con código de barras. El etiquetado se realizará para cada lote de barras de pan. Esta opción se ha contemplado como la más adecuada por los siguientes motivos.

- 1) Mayor sencillez y menor costo de implantación que los otros tipos de marcado
- 2) El precio unitario de cada barra es muy bajo (entre 1 y 1.50 euros por barra) en comparación con lo que podría costar implantar trazabilidad en cada una de ellas.
- 3) Las barras no van envasadas individualmente, por lo que no se puede añadir la etiqueta sobre el propio pan.
- 4) Los lectores de códigos de barras son de fácil manejo, baratos y fiables.
- 5) En caso de fallo del lector, el número del código de barras es visible y se puede introducir manualmente.

Se podría utilizar una codificación sencilla que incluyera la fecha de producción del lote y el número del lote (nº lote/día-mes-año). A modo de ejemplo se ha diseñado una posible etiqueta:



Imagen 14: Ejemplo etiqueta trazabilidad

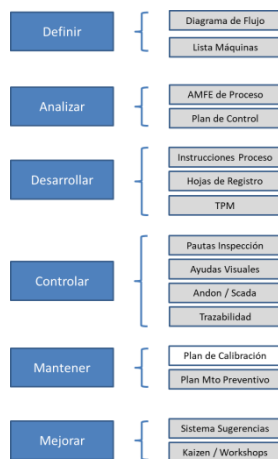
De esta forma, se puede hacer un seguimiento de cada lote producido y en qué fecha se produjo. Además, en las Hojas de Registro donde se almacenan los datos obtenidos del proceso, aparecen la fecha del día que se tomaron los datos y el número del lote, pudiendo así identificar los datos correspondientes a un posible lote defectuoso.

El sistema de identificación podría implementarse con una serie de pegatinas con la codificación propuesta, las cuales se adjuntarían a los carros donde se transportan las barras de pan. En el caso de dirigirse estos carros a la venta minorista, la pegatina se quedaría en el carro hasta la venta del pan. En el caso de la venta a negocios, esta pegatina pasaría al embalaje de las barras de pan, identificando así cada lote que sale del obrador.

En una implantación real, la codificación utilizada en el código de barras debería revisarse y ampliarse.







# Plan de Calibración



## PLAN DE CALIBRACIÓN

### INTRODUCCIÓN (PCA)

Hasta ahora, se ha centrado el trabajo en diseñar una serie de controles para asegurar la calidad del producto, especificar los parámetros del proceso que se querían controlar y se han escogido unos equipos de medida adecuados para llevar a cabo dichos controles.

Sin embargo, todo lo anterior no sirve de nada si los equipos utilizados proporcionan medidas erróneas y que no concuerdan con la realidad del proceso. Estos aparatos de medida deben cumplir con una serie de características para que sean adecuados. Estas son [19]:

- 1) Precisión: es la unidad más pequeña que se puede medir con exactitud con el instrumento de medida.
- 2) Sensibilidad: es la capacidad del instrumento para detectar cambios en la magnitud que se está midiendo.
- 3) Resolución: es la mínima variación de la magnitud medida que puede mostrar el equipo [20].
- 4) Repetibilidad: es la capacidad de obtener el mismo resultado realizando distintas mediciones del mismo valor.
- 5) Rapidez: el tiempo que tarda el instrumento en obtener el valor que se quiere medir.
- 6) Rango: indica los valores máximo y mínimo que el equipo puede medir de la magnitud buscada.

Es importante elegir unos instrumentos de medida que nos permitan obtener los datos deseados y con una alta fiabilidad. Cuando se adquiere uno de estos equipos, el fabricante debe asegurar que este está correctamente calibrado y listo para su uso. Algunos fabricantes tienen sus propios laboratorios de calibración e incluso con certificaciones oficiales.

Pero los equipos se van desajustando con el tiempo y pueden comenzar a dar medidas erróneas o con una precisión insuficiente. Esto puede provocar que se pierda control sobre el proceso al no disponer de una información real del mismo. Para evitar esto, se deben planificar calibraciones periódicas de los instrumentos de medida acordes con las necesidades de cada equipo.

Para determinar la frecuencia de estas calibraciones, se deberá tener en cuenta:

- 1) Ritmo de deterioro del equipo
- 2) Condiciones de trabajo agresivas
- 3) Criticidad para el proceso del parámetro que se mide
- 4) Recomendaciones del fabricante
- 5) Histórico de las medidas realizadas con el equipo

## DOCUMENTACIÓN (PCA)

Para llevar a cabo el Plan de Calibración de los equipos de medida del obrador (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se ha diseñado una plantilla con la que llevar a cabo el seguimiento de estas calibraciones.

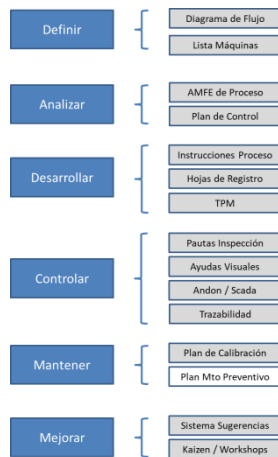
Modelo:	Calibración equipos medida	Autor	David Azcona		
Baguettes		Fecha:	05/05/2020		
Frecuencia	Equipo	Laboratorio	Certificado		
6 meses	Báscula de precisión Ariservis CPZ	Por determinar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 meses	Caudalímetro IFM Vórtex SV4200	Por determinar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 meses	Gesa Ref:810-155	Por determinar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 meses	Testo Ref:206-pH2	Por determinar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 meses	Gesa Catertemp Ref:221-046	Por determinar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 meses	PCE-MWM 230-0950-HT	Por determinar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Figura 51: Plan de Calibraciones**

La frecuencia de calibración se ha escogido en 6 meses ya que es un periodo razonable en el cual se pueden observar variaciones en las medidas. Esta frecuencia podría sufrir modificaciones en una implantación real al disponer de una mayor información sobre el desempeño de cada equipo en el proceso.

En una implantación de este plan en un obrador real, habría que buscar el laboratorio donde realizar las calibraciones de los equipos o, en la medida de lo posible, hacerlas en la propia empresa.

En las casillas de 'Certificado', quedará marcado si el equipo ha sido calibrado o no, y se guardarán todas las certificaciones en un archivo de la empresa. Esta plantilla contendrá la información de las calibraciones en un año natural.



# Mantenimiento Preventivo



## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo, como se ha explicado anteriormente, forma parte de la estrategia de Mantenimiento Productivo Total (TPM). Véase Figura 42.

El mantenimiento preventivo, también conocido como planificado o programado, busca tener cero averías en los equipos y máquinas.

Contrariamente al mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo actúa sobre máquinas funcionando en condiciones de normalidad.

Este tipo de mantenimiento intenta evitar las averías inesperadas planificando acciones como:

- 1) Cambios de piezas desgastadas (rodamientos, casquillos, ejes...)
- 2) Lubricaciones complejas (las sencillas se realizan como parte del mantenimiento autónomo)
- 3) Cambio de aceites o lubricantes que requieren que los equipos estén parados.
- 4) Renovación de filtros
- 5) Equilibrado (motores, ejes, ventiladores...)

Su objetivo es conservar el estado óptimo de funcionamiento los equipos e instalaciones mediante revisiones, sustituciones y tareas de limpieza periódicas programadas, que alarguen la vida útil del mismo y prevengan las averías.

Este mantenimiento requiere una mayor cualificación del personal encargado de su realización así como de equipos más complejos. Puede llegar a involucrar la subcontratación de una empresa especializada, muchas veces los propios fabricantes de las máquinas.

Las acciones previstas pueden tener diferentes orígenes:

- 1) Histórico de averías
- 2) Recomendaciones dadas por el fabricante
- 3) Recomendaciones de expertos
- 4) Máquinas similares (tanto existentes en la empresa como bibliografía disponible)
- 5) Legislación vigente

Con esta metodología de trabajo se busca:

- 1) Establecer tiempos adecuados para realizar las tareas de mantenimiento
- 2) Planear acciones específicas sobre equipos que tienen un alto deterioro
- 3) Planear la compra y almacenamiento de repuestos para eventuales reparaciones
- 4) Definir rutas de mantenimiento en función de la importancia de cada equipo en el proceso
- 5) Definir inspecciones periódicas para comprobar el estado de los equipos
- 6) Reducir inventario de repuestos.







# Sistema de sugerencias



## SISTEMA DE SUGERENCIAS

Hasta ahora, se ha diseñado un sistema de gestión de la calidad preciso, eficaz y robusto en el tiempo para el proceso de elaboración de barras de pan. Sin embargo, es importante ser consciente de que no es la mejor de versión de sí mismo y que debe ser mejorado continuamente. En este sentido, el personal con mayor capacidad de proponer mejoras son los trabajadores del obrador, ya que ellos dedican toda su jornada laboral a operar con las diferentes partes del sistema creado.

Debido a su grado de cercanía con los procesos del sistema, poseen un alto potencial de detectar posibles riesgos y oportunidades de mejora. Es por ello que, desde la dirección de la empresa se debe animar y recompensar a los trabajadores para que propongan ideas de mejora, generando grandes beneficios para el obrador e incrementando el grado de motivación e implicación del personal [25].

Un canal utilizado por las empresas para hacer surgir estas ideas es el Sistema de Sugerencias. Se trata de motivar a los trabajadores de la empresa, de cualquier ámbito, para que aporten ideas de mejora en diferentes ámbitos como:

- 1) Calidad
- 2) Productividad
- 3) Seguridad
- 4) Bienestar en el entorno de trabajo.

Cabe destacar que esto exige un alto grado de implicación de la dirección de la empresa para estudiar, analizar y dar respuesta a las aportaciones generadas por los trabajadores de forma constante [25].

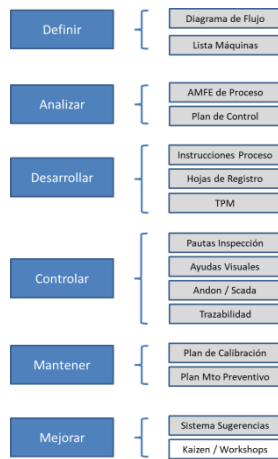
Una solución sencilla puede ser la instalación de un buzón de sugerencias en algún punto del obrador donde los trabajadores puedan introducir sus aportaciones. Estas serán dejadas en el buzón en un formato predefinido, el cual puede ser una hoja diseñada donde el operario introduzca sus datos personales y su idea (también se pueden introducir de forma anónima).

Es importante motivar a los empleados a que utilicen el buzón de sugerencias y también recompensarles por su esfuerzo y aportaciones. No será obligatoria la identificación de la persona originadora de la idea pero, para aquellos que lo deseen, una buena medida sería ofrecer algún tipo de recompensa. Tanto por el número de ideas aportadas como por la calidad de las mismas. Se puede diseñar un sistema de puntos mediante el cual los empleados obtienen un mayor número de puntos según los siguientes criterios [26]:

- 1) Número de ideas aportadas por empleado
- 2) Implantación de la idea en el proceso
- 3) Beneficio aportado a la empresa por la idea

Cuanto mayor sea el beneficio obtenido, mayor será el número de puntos otorgado al trabajador que aportó la idea. Con estos puntos, se podrían ofrecer una serie de premios o ventajas al trabajador para que pueda canjear sus puntos.

En cualquier caso, siempre, se deberá informar al trabajador del resultado de su propuesta, tanto si la idea se implanta como si rechaza y el motivo. No dar feedback al trabajador sobre su propuesta puede dar lugar a la desmotivación del mismo y a que el sistema de sugerencias deje de ser utilizado.



# Kaizen/Workshops



## KAIZEN/WORKSHOPS

Otra metodología de trabajo ampliamente extendida en la búsqueda de la mejora continua, son los Kaizen o Workshops. Esta es una herramienta clave de mejora para cualquier estructura organizativa.

Kaizen es una palabra japonesa que significa “mejora” en castellano (改 kai ‘cambio’, 善 zen ‘bueno’ o ‘beneficioso’).

Workshop es una palabra inglesa que significa “taller” en castellano, en su acepción relativa a cursos breves y participativos.

Se trata de luchar contra el desperdicio del talento humano, no utilizar la creatividad e inteligencia de todos los trabajadores de la empresa.

Kaizen por tanto es un “taller” participativo (por varias funciones de la empresa) enfocado a lograr mejoras. No necesariamente estará enfocado únicamente al área productiva sino que puede abordar cualquiera de los procesos de la empresa.

Se trata de juntar durante unas horas (o días) a diferentes representantes de las funciones clave del proceso que se quiere analizar. No necesariamente deberán ostentar cargos sino que serán personas conocedoras del área a mejorar.

- 1) Operarios de producción
- 2) Técnicos de mantenimiento
- 3) Ingenieros del proceso
- 4) Personal logístico
- 5) Otros

Es conveniente que no formen parte del equipo ni jefes, ni los “mayores expertos”. Para de esta forma tratar de trabajar con la mayor libertad posible, sin encorsetamientos ni limitaciones del tipo: “eso no se puede”, “ya lo intentamos en el pasado”.

Se trata de una actividad eminentemente práctica y por ello es clave el apoyo y compromiso de la Dirección para asegurar que las ideas puedan ser inmediatamente testadas (sin miedo a la equivocación) e implantadas.

Su filosofía se basa en aplicar pequeños cambios o mejoras que, acumulados en el tiempo, generen grandes resultados. Estos cambios generalmente son de bajo costo y un periodo de tiempo de implantación pequeño. Con esto se busca [27]:

- 1) Reducir la generación de desperdicios
- 2) Incrementar los niveles de satisfacción
- 3) Aumentar el grado de compromiso
- 4) Retención del talento
- 5) Mayor productividad



Y para asegurar que el sistema tiene éxito, algunas claves son [25]:

- 1) Nada es perfecto, cualquier cosa se puede mejorar.
- 2) Pensar en cómo hacerlo y no por qué no se puede hacer.
- 3) No buscar excusas. Empezar por cuestionar las prácticas actuales.
- 4) Perder el miedo a equivocarse. Probar.
- 5) No buscar la perfección. Hacerlo inmediatamente, aunque sea sólo para el 50% del objetivo.
- 6) Corregir los errores en forma inmediata.
- 7) Preguntar cinco veces “¿Por qué?” y buscar la causa fundamental.

# Conclusiones y Líneas Futuras



## CONCLUSIONES

Este TFG ha servido para adquirir una idea global de todo lo que representa un proceso. Existen muchos aspectos alrededor del mismo, además de las operaciones, y todo debe ser tenido en cuenta en el diseño del proceso. El buen funcionamiento de este depende de un amplio número de factores, desde el trabajo del ingeniero que lo diseña hasta las tareas de limpieza.

De igual importancia es la prevención de los fallos en el proceso. El ingeniero encargado de este trabajo debe pensar en todo aquello que puede salir mal durante el desarrollo normal del proceso, todo lo que sea susceptible de fallar y provocar un efecto negativo. Esto permite anticipar dichos fallos y diseñar acciones que prevengan los fallos o permitan detectarlos antes de que lleguen al cliente. En este TFG se ha aprendido a tener esa previsión de los fallos en un proceso, aunque esta cualidad mejorará con la experiencia del ingeniero en aplicaciones reales.

Se han aprendido metodologías de trabajo utilizadas ampliamente en la industria las cuales han sido mencionadas en el presente TFG. Esto resultará muy útil para un ingeniero recién graduado cuando salga al mundo laboral, ya que son herramientas clave en cualquier empresa.

Por último, cabe destacar la justificación de las decisiones tomadas en este proyecto. Un ingeniero no puede tomar decisiones al azar, debe tener un motivo claro y debidamente justificado que soporte dicha decisión. En este sentido, este proyecto ha servido para mejorar este aspecto.

## LÍNEAS FUTURAS

Este proyecto ha intentado incluir todos los aspectos que se deben considerar cuando se quiere controlar la calidad de un proceso, esto se puede ver en la estructura que se ha planteado. Sin embargo, no se ha profundizado de igual manera en todos los aspectos del mismo principalmente por la situación de cuarentena vivida en las fechas que se realizó el proyecto, debido a la cual todo el trabajo debió ser realizado desde casa. Esto provocó que el acceso a información fuese más limitado.

En primer lugar, la parte de SCADA requeriría un estudio en profundidad para poder ser implantado en un proceso real y que permita obtener el control en tiempo real del proceso que se busca con este tipo de sistemas. De igual forma, la parte de Trazabilidad también necesita un desarrollo más completo para poder ser implantado.

Sobre el Plan de Calibración, la frecuencia de revisión de los equipos podría ser modificada con si se dispusiera de una mayor información sobre los equipos y una mayor experiencia en este campo.

De igual forma que en los anteriores, la falta de una información más detallada sobre las máquinas impide que el Mantenimiento Preventivo esté debidamente desarrollado. En una implantación real, esta parte debería ser desarrollada en detalle.

Por último, en la implantación de este tipo de sistemas se debe tener en cuenta la indispensable labor de los trabajadores de la empresa. Es de vital importancia concienciar a los trabajadores de que el progreso y desarrollo de la empresa es resultado del esfuerzo y la implicación de todas sus partes. En este aspecto, es clave motivar a los trabajadores para que se tomen en serio las tareas de TPM y de Mejora Continua propuestas para el proceso.

# Bibliografía

## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] “Historia y evolución del concepto de Gestión de la Calidad”, ISO Tools Excellence, 30 Enero, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2yQFpdb>. [Accedido: 30-abr-2020]
- [2] “¿Qué sistemas de gestión de calidad existen actualmente?”, Índice Formación Consultoría, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/365NDdl>. [Accedido: 30-Abr-2020]
- [3] D. Azcona Aizcorbe, “PROYECTO OBRADOR ENTREGA FINAL”, trabajo asignatura Oficina Técnica, Univ. Púb. Navarra, 2018.
- [4] M. Flecha, “PROCESOS Y TÉCNICAS DE PANIFICACIÓN”, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2yZ0bXY>. [Accedido: 5-Abr-2020].
- [5] “AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla”, *Lean Solutions*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2WBnNel>. [Accedido: 10-Abr-2020].
- [6] M. Bestratén, R.M. Orriols, Centro Nacional Condiciones Trabajo, C. Mata, “Análisis Modal de Fallos y Efectos. AMFE”, Instituto Nacional Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ministerio Trabajo y Asuntos Sociales, España. NTP: 679, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2T8tZYU>. [Accedido: 10-abr-2020].
- [7] “Control Plan Development”, Quality-One, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2WZcKdJ>. [Accedido: 20-Abr-2020].
- [8] B. Salazar López, “Mantenimiento Productivo Total”, Ingeniería Industrial Online, 1 Noviembre, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2TeakqO>. [Accedido: 17-May-2020].
- [9] “PRODUCT LIST 2020”, Sveba Dahlen, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3dYznpt>.
- [10] “Cámara de fermentación controlada”, PS Group, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2Xe8RBK>.
- [11] “Báscula de alta precisión PA100”, Ariservis, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2ZixZKg>.
- [12] “Caudalímetro Vortex con pantalla”, ifm, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2LSHHeJ>.
- [13] “Higrómetro máxima/mínima interior/exterior”, GESA, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3bJGfpl>.
- [14] “pHmetro testo 206-ph2”, testo, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2XckMjw>.
- [15] “Termómetro digital con sonda para catering Catertemp”, GESA, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2LCESyb>.
- [16] “Sensor de humedad PCE-MWM 230”, PCE instruments, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3cOTdU4>.

- [17] Adriana M., “¿Qué es el método de las 5s y cómo funciona?”, HRTRENDS, 28 Enero, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2WRSYSA>. Accedido: [22-May-2020].
- [18] “Simbología de diagrama de flujo”, Lucidchart, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2ywJsuY>. Accedido: [7-Abr-2020].
- [19] “Instrumentos de medida”, Fisicalab, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2BeapEE>. Accedido: [25-May-2020].
- [20] “Resolución, discriminación y sensibilidad”, INFAS Group, 3 Abril, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2MbIJT6>. Accedido: [25-May-2020].
- [21] “Trazabilidad en la Cadena Alimentaria”, DNV GL, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2Xb58WY>. Accedido: [29-May-2020].
- [22] “¿Qué es la trazabilidad alimentaria?”, CIC, 15 Enero, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2XfuNgZ>. Accedido: [30-May-2020].
- [23] A. Espert, “SCADA. ¿Qué es y qué permite hacer?”, Sothis tech, 22 Mayo, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2Xh3KIE>. Accedido: [31-May-2020].
- [24] J.P. Sánchez, “Ventajas de nuestros sistemas SCADA”, Nutec Bickley, 11 Octubre, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3gETKKD>. Accedido: [31-May-2020].
- [25] “Mejora continua, grupos kaizen y sistemas de sugerencias”, CDI Lean, 23 Abril, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2XpibUE>. Accedido: [2-Jun-2020].
- [26] “Sistema de sugerencias”, LeanRoots, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3dtjOGL>. Accedido: [2-Jun-2020].
- [27] “Método Kaizen: aplicación y beneficios”, OBS Bussines School, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3dtLqvh>. Accedido: [3-Jun-2020].
- [28] “Cámara de reposo para pan”, PS Group, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/2AeZ1lj>.





# Anexos



## ANEXOS 1

### CÁLCULO DEL NÚMERO DE BARRAS POR BANDEJA EN LOS CARROS

Las máquinas que utilizarán carros en su proceso son las que limitan el tamaño de los mismos, en este caso el horno y la cámara de fermentación.

- 1) Horno
  - a. 3 carros con bandejas de 600x800 mm
  - b. 4 carros con bandejas de 457x762 mm
- 2) Cámara de fermentación (modular)
  - a. Bandejas de 600x800 mm
  - b. Bandejas de 800x1000 mm

Para que sean compatibles, se ha escogido la opción de bandejas de 600x800 mm.

Los lotes de baguettes serán de 350 y de 250 barras. Siendo el más grande el de 350, se debe buscar la forma de repartirlas entre los 3 carros que admite el horno en cada proceso de horneado.

Los carros de horno comerciales, para el tamaño de bandeja elegido, tienen una capacidad típica de 16 bandejas.

$$350 \text{ barras} \div 3 \text{ carros} = 116.67 \text{ barras/carro} \longrightarrow \mathbf{117 \text{ barras/ carro}}$$

Se tendrían dos carros con 117 barras por carro cada uno y el tercero con 116 barras por carro.

$$117 \text{ barras/carro} \div 16 \text{ bandejas/carro} = 7.31 \text{ barras/bandeja} \longrightarrow \mathbf{8 \text{ barras/bandeja}}$$

Las barras son unidades indivisibles por lo que se deben poner 8 por bandeja. Si se pusieran 7 por bandeja, el carro solo podría albergar  $7 \times 16 = 112$  barras, lo que no es suficiente.

Al poner 8/bandeja se obtiene que  $8 \text{ barras/bandeja} \times 15 \text{ bandejas} = 120 \text{ barras}$ . Esto quiere decir que, aunque el carro tiene capacidad para 16 bandejas, será suficiente con llenar 15 bandejas por carro para cumplir el objetivo de bandejas por carro.



## ANEXOS 2

### HOJA DE CARACTERÍSTICAS AMASADORA

[9]

#### SPIRAL MIXER

#### MR PROFESSIONAL – SPIRAL MIXER WITH REMOVABLE BOWL

Capacity: 80, 120, 160, 200 and 240 kg

Silent Spiral mixer with removable bowl 80, 120, 160, 200 and 240 kg. Patented taper bowl locking and motion system. High performance spiral. Suitable for medium and larger bakeries.

##### FEATURES AND BENEFITS

Patented taper bowl locking and motion system.

Always and automatically centres the bowl in working position.

Hydraulically controlled cone under the bowl.

Eliminates any possibility of slippage or wear.

The taper shaft gives rotating motion to the bowl.

Increasing the dough quality and machine performance.

Noiseless and free of mechanical play.

No oscillating movements of the head while mixing a fully loaded bowl with particularly dry doughs.

Always a constant distance of the spiral from the bottom of the bowl.

REDUCES MIXING TIMES

IMPROVES DOUGH QUALITY

PATENTED LOCKING AND MOTION SYSTEM

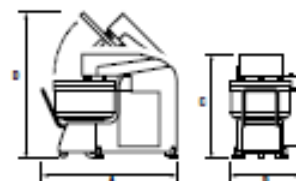
NOISELESS AND FREE OF MECHANICAL PLAY



Bowl locking and motion system.



Touch screen (optional).



##### TECHNICAL

MODEL	DOUGH CAPACITY	FLOUR CAPACITY	BOWL VOLUME	POWER OF SPIRAL 1-50/60 SPEED	POWER OF BOWL	POWER SUPPLY	WEIGHT
MR80P	80 kg	50 kg	154 l	3.0 kW/6.70 kW	1.1 kW	7.80 kW	1100 kg
MR120P	120 kg	75 kg	181 l	3.0 kW/6.70 kW	1.1 kW	7.80 kW	1150 kg
MR160P	160 kg	100 kg	270 l	7.5 kW/12.5 kW	1.1 kW	13.6 kW	1250 kg
MR200P	200 kg	125 kg	310 l	7.5 kW/12.5 kW	1.1 kW	13.6 kW	1390 kg
MR240P	240 kg	150 kg	380 l	9.0 kW/15.0 kW	1.1 kW	16.1 kW	1500 kg

##### MEASUREMENTS (MM)

A	B	C	D
1775	904	1470	1920
1815	939	1470	1920
2001	1027	1500	2051
2031	1060	1500	2058
2056	1105	1500	2136

OPTIONS	• = Available - = Not available	MR80P	MR120P	MR160P	MR200P	MR240P
Stronger spiral motor		(4.0/7.5 kW)	(4.0/7.5 kW)	(9.0/15.0 kW)	(9.0/15.0 kW)	(11.0/18.0 kW)
Extra bowl MRC		0	0	0	0	0
Bowl scraper, fixed		0	0	0	0	0
Infrared temperature measure		0	0	0	0	0
PTC temperature probe		0	0	0	0	0
Beater for pastry dough		0	0	0	0	0
Quick change system for tools		0	0	0	0	0
Spiral for quick change system		0	0	0	0	0
Beater for quick change system		0	0	0	0	0
Bowl with drain plug		0	0	0	0	0
Touch screen		0	0	0	0	0
Vario drive system		0	0	0	0	0
Removable bowl scraper		0	0	0	0	0
Stainless steel finish		0	0	0	0	0

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS ELEVADORA

[9]

### BOWL LIFT

#### BL – BOWL LIFT

Capacity: up to 600 kg

Bowl lift for lifting and tipping of removable bowl.  
 Lifting capacity is up to 600 kg (removable bowl including dough). Available as high and low version.

##### FEATURES AND BENEFITS

- High lifting speed 5 meters/min. Gives higher production capacity.
- Lifting capacity up to 600 kg (bowl including dough).
- Tipping either left or right as standard. Straight forward as option.
- Offset tipping. Maximizes use of the bakery floor space.
- Easy operation and low maintenance cost.
- Easy to operate. No training required to operate the lift.
- Safety guard with safety switch.
- Two gear motors lifts the bowl by two separate chains for added safety.
- Controlled with push buttons for up and down movement.
- Designed to work with bowls from other manufacturers (on request, a technical drawing of the bowl is required).

##### MODELS

- BL – Low version (Tipping into divider with 225 liter hopper)
- BL – High version (Tipping into Bulk Hopper BH)

##### OPTIONS

- Extended electrical cabinet including control of BH when delivered together.
- Electrical cabinet prepared for wall mounting (2 m extra cable).
- Straight forward tipping.
- Designed for bowls from other manufacturers.

##### TECHNICAL

Lifting capacity	Up to 600 kg (removable bowl incl. dough)
Lifting speed	5 m/min
Power supply	1.1 kW

Minimum ceiling height, required:

##### LOW VERSIONS

BL for MR80 and MR120 tipping into SD180 and SD300 with 225 liter hopper	2942 mm
BL for MR160, MR200 and MR240 tipping into SD180 and SD300 with 225 liter hopper	3110 mm
BL for MR80 and MR120 tipping into SD600 with 225 liter hopper	3040 mm

##### HIGH VERSIONS

BL for MR80 and MR120 tipping into Bulk hopper over SD180 and SD300 with 90 liter hopper	3895 mm
BL for MR160, MR200 and MR240 tipping into Bulk hopper over SD180 and SD300 with 90 liter hopper	3997 mm
BL for MR80 and MR120 tipping into Bulk hopper over SD600 with 100 liter hopper	4092 mm
BL for MR160, MR200 and MR240 tipping into Bulk hopper over SD600 with 100 liter hopper	4230 mm

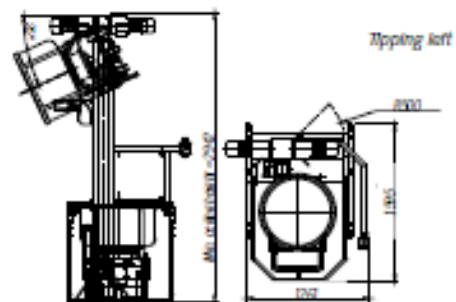
Remark: The total height of bowl lift is normally 27 mm lower than required ceiling height

Technical drawing to be approved, please use suitable variant of set-up according to drawing requested from Sveba Dahlen.

Pictured BL is  
tipping right.



##### MEASUREMENTS (MM)



## HOJA DE CARACTERÍSTICAS TROCEADORA

[9]

### SUCTION DOUGH DIVIDER

#### SD180 – SUCTION DOUGH DIVIDER

Capacity: 750–1800 pieces/h

A silent automatic suction-fed dough divider for all types of dough. High weight accuracy and flexible weight range makes it suitable for all types of bakeries. Highest security in its class. Thoughtful ergonomics for best user-friendliness.

##### FEATURES AND BENEFITS

- High weight accuracy. Two chamber suction divider. The hopper goes all the way down to the knife. No dough is left in the hopper.
- Wide weight range, 3 versions, from 35 g to 2300 g.
- Measures the dough instead of weighing.
- Flexible regarding type of dough.
- Variable speed with frequency converter.
- Capacity 750 – 1800 pieces/h as standard (lower capacity on request).
- Dough knife in stainless steel.
- Unique emptying function (hopper reaches down to the dough knife).
- Gentle dough handling.
- Easy handling and cleaning – all covers in stainless steel and removable.
- 90 liter stainless steel hopper as standard (~ 63 kg dough).
- 225 liter stainless steel hopper (~ 150 kg dough hopper) (option).
- Non-stick coated hopper (option).
- Oil reservoir 17 liter, easy to fill.
- Wide range of dough qualities can be handled.
- Extremely silent 72 dB(A).
- Highest safety with auto stop function. When touching the safety edge on the hopper, the machine stops.



##### MODELS

SD180  
 SD180XS  
 SD180XL

Weight range to be specified upon order

##### TECHNICAL

Capacity range	750-1800 dough pieces/h (lower capacity on request)
Weight range, subject to capacity and dough characteristics:	
SD180XS	50-1000 g
SD180	120-1600 g
SD180XL	180-2300 g
With mini piston for SD180 and SD180XL (not available with SD180XS)	35-250 g
Power supply	1.1 kW



## HOJA DE CARACTERÍSTICAS BOLEADORA

[9]

### CONICAL ROUNDER

#### CR360 – CONICAL ROUNDER

Capacity: up to 4000 pieces/h

A very flexible cone rounder for all kind of bakeries, suitable for most types of dough.

##### FEATURES AND BENEFITS

Weight range 30 - 1800 g.

Capacity up to 4000 pcs/h subject to dough piece weight and characteristics.

Flexible setup.

Flexible regarding type of dough.

Special designed infeed track catches the dough in a smooth and gently way, manually adjusted.

Centrally adjustable rounding tracks for dough pressure regulation and flexible weight range.

Easy to clean and maintain due to adjustable tracks.

Non-stick coating on cone and tracks for ultimate rounding.

Cone with grooves for optimized grip.

Outfeed chute with small dimples for better outfeed properties.

Operation panel easily accessible from both sides.

Weight adjustment handle at 3 or 9 o'clock.

Stainless steel cover.

Emergency stop.



Special designed infeed track, manually adjustable.



Outfeed chute with small dimples for better outfeed properties.



Operation panel easily accessible from both sides of machine, wheel for adjustment of tracks can be placed either at 3 or 9 o'clock.

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE REPOSO

[28]



### CÁMARA DE REPOSO PARA PAN

La Cámara de Pre Fermentación o Cámara de reposo Serie MB 3000 ( máquina inferior de la fotografía ), es la ideal para el reposo de las piezas de pan que una vez pesadas y divididas necesitan de un tiempo (variable entre 15 y 30 minutos) para que el posterior formado de la barra sea dulce y progresivo.

Esta máquina compacta de dimensiones , robusta , silenciosa y de fácil uso , es de carga y descarga manual, estando siempre disponibles dos líneas de carga y descarga de fieltro anti adherente para una mayor rapidez del usuario.

La máquina está preparada para recibir en su parte superior de la Formadora de Barras Vertical ( máquina superior ) como opción y elemento imprescindible para lograr un conjunto armónico y de dimensiones reducidas, ideal para una mayor productividad.

Características Técnicas				
Modelo	Capacidad ( 350 gr.)	Capacidad ( 500 gr.)	Medidas (axfxh)mm.	Lineas de Carga
3002	256	192	1400 x 1075 x 950	32
3003	320	224	1700 x 1075 x 950	32
3005	320	240	1400 x 1295 x 950	40
3006	400	280	1700 x 1295 x 950	40
<b>Carga y Descarga</b>	Manual	Manual	Manual	Manual
Alimentación	380 III + N + T			
Plazo de entrega:	12-15 días			

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS FORMADORA

[9]

### MOULDER

#### M0300 – MOULDER

Capacity: up to 3000 pieces/h

The true Scandinavian origin of moulder for loaves, baguettes, buns or even round bread/pizzas. Foldable pressure board for easy cleaning.

##### FEATURES AND BENEFITS

Easy to operate. Easy to set up. Uncomplicated design.

Pressure board with dual V shaped profiles for gentle and effective shaping of the dough.

Centrally adjustable infeed enables a correct positioning of the dough piece.

Flexible - many different doughs and end products (form and weight).

Two pair of adjustable pressure rollers with spring loaded scrapers for easy cleaning. One pair is 250 mm wide and the other is 400 mm wide.

Pressure board 650 x 1100 mm with two wedges is foldable, and can be locked in an upright position for easy cleaning.

Collection tray with two positions enables straight line outfeed.

Parallel adjustable side guides in stainless steel for more efficient positioning (option).

Motorized pressure board (option).

Lower side guides 10 mm (option).

Handles on left or right side must be indicated upon order (see drawing below).

##### TECHNICAL

Capacity range	up to 3000 pcs/h.
Weight range	30-1800 g. (subject to capacity and dough characteristics)
Working width	up to 650 mm.
Power supply	1.1 kW.

##### MODEL

M0300



Safety cover liftable for easy cleaning.



Centrally adjustable infeed flaps in hopper with size indicator.



Parallel adjustable side guides (option).



Collection tray with two positions.



##### OPTIONS

Height extension 100 mm (standard is 600 mm plus wheels 140 mm).

Leaning hopper for better side access to infeed (left or right, must be indicated upon order).

Lower side guides – 10 mm, non-stick coated.

Motorized pressure board – capacity 1800 pcs/h. Counter rotating with fixed speed. (Affects power supply, plus 0.55 kW, totally 1.65 kW).

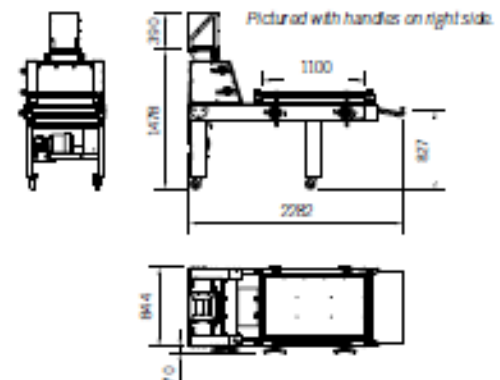
Parallel adjustable side guides: 20 mm in food approved plastic. 10 mm non-stick coated.

Three fixed knives mounted through the pressure board for 4-pieces (distance to be stated).

Three adjustable knives under pressure board.

Stainless Steel Frame.

##### MEASUREMENTS (MM)



## HOJA DE CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE FERMENTACIÓN

[10]



### CÁMARA DE FERMENTACIÓN CONTROLADA

Nuestra gama de **CÁMARAS DE FERMENTACIÓN CONTROLADA LEV CONTROL**, está específicamente estudiada para aquellas Industrias Panaderas de un tamaño medio o grande que deseen ofrecer a sus clientes una alta calidad en sus productos.

A partir de unas cámaras estándar, somos capaces de adaptarnos a cualquier tipo de espacio, gracias a la modularidad de nuestros equipos y a nuestro propio equipo de ingenieros que estudian la opción más aconsejable a sus necesidades de producción.

Nuestras cámaras están dotadas de una potente **Centralita Digital de 5 fases (Frío, Conservación, Pre. Fermentación, Fermentación y Dormilón)**, con capacidad para almacenar distintos programas en memoria, equipos de frío y humedad de última generación, así como lo más importante, nuestro **Sistema de distribución de Aire Patentado Tecno Air System**, que a través de micro reguladores conseguimos una perfecta uniformidad de la circulación del aire dentro de las cámaras sin crear corrientes de aire; tan dañinas para las masas de pan o bollería.

La capacidad de nuestras **CÁMARAS DE FERMENTACIÓN Lev Control** van desde 2 a 30 carros para bandejas de 600x800mm o 800x1000mm

Las ventajas de utilizar nuestros equipos son:

- Posibilidad de eliminar el trabajo nocturno.
- Ahorro de Levadura en el proceso productivo.
- Mejora en la Gestión de Horarios del Personal.
- Posibilidad de Fermentaciones largas regresando al "pan de antes".

Características Técnicas	
Capacidad	De 2 a 30 Carros
Ancho Externo	950 mm. a 4550 mm. ( Módulos de 400 mm.)
Profundidad Externa	1550 mm. a 10.550 mm. ( Módulos de 400 mm.)
Altura Externa	3000 mm.( con Motor arriba) 2850 mm. ( motor a distancia)
Gama de Temperaturas	-15°C. a + 40°C.
Alimentación	400V / 3N / 50Hz
Rango de Humedad	65% a 90% H.R. mediante Humidificador Electrónico
Opcional	Mando a distancia
Panel	Lacado Blanco. Opcional : Acero Inoxidable
Notas	



## HOJA DE CARACTERÍSTICAS HORNO

[9]

### INDUSTRIAL RACK OVENS

#### I-SERIES – INDUSTRIAL RACK OVEN

Fully equipped industrial capacity with even baking results! Very quiet, reliable and powerful rack oven, built to be safe for use in an industrial environment with high production capacity. Can be loaded quickly and easily on a single occasion without having to rotate the platform. Oven exterior keeps a low temperature and its surfaces are smooth and easy to clean.

##### FEATURES AND BENEFITS

Increased Baking Surface System (IBS).

*Allows for quick, even and economical baking.*

SD Touch II panel.

*The next generation of user-friendly touch panel with high resolution screen, swipe function, simple recipe handling with timer down to seconds for functions such as temperature, steam, fans etc.*

The Cascade steam system combined with our standard steam system quickly provides powerful, extra clean steam.

*Heat and steam is quickly spread evenly throughout the oven space and the system has a short recovery time.*

Variable speed for fans.

*The fan speed is driven by a frequency converter to maintain the desired flow of air. Helpful when baking sensitive products such as meringues, macarons and muffins.*

Well-insulated floor.

*Prevents heat loss and protects the bakery floor.*

Slow start.

*Gentle and gradual accelerating rotation and retardation of the rack for baking products sensitive to bumps and blows, or that risk moving from vibrations.*

Automatic rotation stop.

*The rack rotates to the unloading spot at the end of the bake, when the door handle is lifted.*

Sturdy, robust door lock and handle.

*Right hand door as standard (left hand door unavailable). Quality handle with long lifetime.*

Efficient heat exchange in oil and gas ovens.

*High efficiency, low heating cost.*

Powerful, stable and torsion resistant platform.

*Adapted to the weight of the racks.*

Adjustable platform ramps.

*The ramp is adjusted to fit the level of the platform.*

Door stop with sturdy hinges and integrated, adjustable holding function. Ensures that the door remains open when loading and unloading racks.

Magnetic multi-holder in sheet metal.

*Perfect storage for knives and gloves and more.*

Max baking temperature 300°C.

*Racks and trays are not included.*



160



##### OPTIONS

Canopy.

Canopy with exhaust fan.

AES - Automatic evacuation system.

Fully assembled oven.

Sveba Connect - Cloud Solution.

Water Filter.



Magnetic multi-holder in sheet metal.

*Smart storage for gloves, knives and more.*



**Spring loaded door**  
 Spring loaded door hinge. Keeps the door open while loading/unloading the oven.



**Stable, revolving platform.**  
 Adjustable platform ramp. Well-insulated floor.

#### MODELS & TECHNICAL

\* = Available.  
 - = Not available.

I-SERIES	I60 ELECTRIC	I61 OIL FIRED	I62 GAS FIRED
Power Supply (kW)	147	5.5	5.5
Burner 2-stage	-	8	8
Weight Oven with platform (kg) **	2950	3000	3100

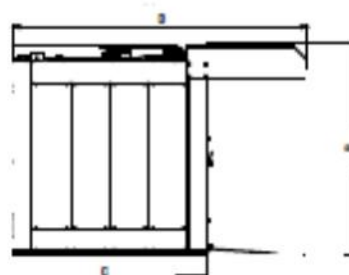
MEASUREMENTS, EXTERNAL (MM)					MEASUREMENTS, INTERNAL (MM)			MAX LOAD (KG)
MODEL / SIDE MEASUREMENTS (MM)	A	B	C	D	MAX TRAY SIZE	MAX RACK SIZE DIAGONAL	MAX RACK HEIGHT	MAX LOAD
I60 Electric	2915	2577	2400	3600	3 x 600 x 800 4 x 457 x 762*	1925	1875	Platform 1000
I61 Oil Fired	2915	2577	2400	3600	3 x 600 x 800 4 x 457 x 762*	1925	1875	Platform 1000
I62 Gas Fired	2915	2577	2400	3600	3 x 600 x 800 4 x 457 x 762*	1925	1875	Platform 1000

A=WIDTH B=HEIGHT C=DEPTH D=DEPTH WITH CANOPY

I-Series is only available with platform.  
 \* Inches: 28" x 30".

#### MEASUREMENTS

I60, I61, I62



There must be an air gap around the oven where the air can circulate. At the back, there must be an air gap of at least 150 mm for I60, I61, I62.

UL motor\*\*\* extends 100 mm extra at the back. UL motor only for the North American market.

Standard motor extends 60 mm extra at the back.

\*\*\* 2 500 mm depth UL engine.

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS BÁSCULA

[11]

### modelo PA100

#### Características generales

Báscula electrónica de alta precisión fabricada con estructura ABS, con plataforma de Acero Inoxidable.

Diseñadas para trabajar en laboratorios y en aquellas secciones de producción con control de materias primas que exigen elevadas precisiones.

#### Características técnicas

- ☐ display LCD retro iluminado de 24mm. (PA100/ HCB1502)
- ☐ display LCD retro iluminado de 54mm. (PA100/ PGL30001)
- ☐ temperatura de trabajo: +10°C/+40°C
- ☐ batería recargable con 90 horas de autonomía
- ☐ pies regulables en altura
- ☐ tensión de alimentación: 220V (-15% /+10%)
- ☐ Peso 4,1Kg. (PA100/ HCB1502)
- ☐ Peso 4,7Kg. (PA100/ PGL30001)

#### Características funcionales

- ☐ función peso, tara, neto y acumulación de pesadas
- ☐ función cuenta piezas básico
- ☐ función auto apagado
- ☐ fecha y hora
- ☐ control de peso con límite máximo y mínimo
- ☐ salida RS232 bidireccional
- ☐ versiones para control interno

#### Tabla de modelos estándar

Modelo / Ref.	Capacidad máxima	División (e)	Dimensiones plato
PA100 / HCB1502	1,5kg	0,05g	250x170x160mm/m (Plato Ø120mm)
PA100 / PGL30001	30kg	0,1g	450x400x100mm/m (Plato 400x300mm)

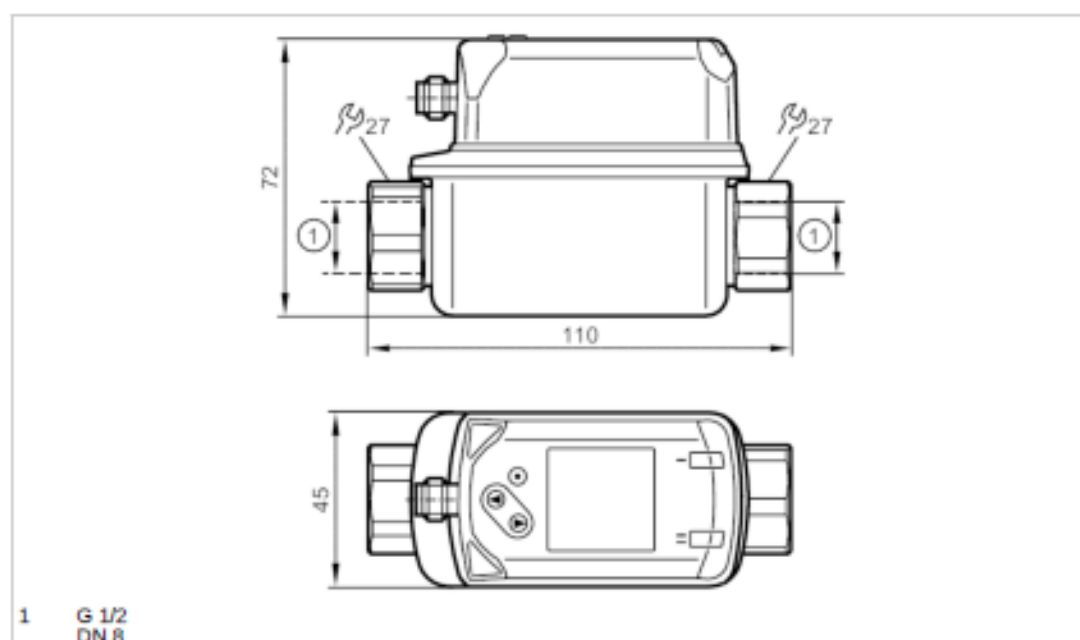
## HOJA DE CARACTERÍSTICAS CAUDALÍMETRO

[12]

### SV4200

Caudalímetro Vortex con pantalla

SVR12000RKGUS-100



CE CRN IO-Link

Características del producto		
Número de entradas y salidas	Número de salidas digitales: 2	
Rango de medición	1...20 l/min	0,06...1,2 m³/h
Conexión de proceso	conexión de rosca G 1/2 DN8	
Campo de aplicación		
Aplicación	para aplicaciones industriales	
Fluidos	agua	
Temperatura del fluido [°C]	-10...90	
Resistencia a la presión [bar]	12	
Nota sobre la resistencia a la presión	hasta 40 °C	
PTMA en aplicaciones según el NRC [bar]	3,9	
Datos eléctricos		
Tensión de alimentación [V]	18...30 DC	
Consumo de corriente [mA]	< 30	
Resistencia de aislamiento mín. [MΩ]	100; (500 V DC)	
Clase de protección	III	
Protección contra inversiones de polaridad	sí	
Retardo a la disponibilidad [s]	< 3	

ifm electronic gmbh • Friedrichstraße 1 • 45126 Essen — Nos reservamos el derecho de modificar características técnicas sin previo aviso. — 63-63 — SV4200-05 — 03.06.2015 —



## HOJA DE CARACTERÍSTICAS TERMÓMETRO/HIGRÓMETRO

[13]



**GESA Termómetros, S. L.**  
 C/ Barrikako Bidea, Polígono Industrial Igeltzera Pabellón D3  
 Urduliz (Vizcaya) España  
<https://www.termometros.com>  
 Teléfono: (+34) 946 76 63 64

### Higrómetro máxima/mínima interior/exterior



Este higrómetro digital muestra en su pantalla la temperatura actual interior y la humedad. Tan solo pulsando un botón, se puede comprobar la temperatura exterior así como las máximas y mínimas. Su sensor interno de temperatura, integrado en la caja, trabaja en un rango de -20 a +70°C y en humedad de 20 hasta 99% RH. Mientras que el otro sensor remoto, destinado al uso en exterior puede medir desde los -50 hasta los +70°C. El aparato incorpora una alarma sonora programable para temperatura máxima y mínima que se accionará cuando la temperatura excede los valores predeterminados en su configuración. Esta característica es ideal para alertar de heladas o peligro por congelación en sectores como la horticultura y similares. Este termohigrómetro portátil está fabricado en ABS, con unas medidas 20x65x97mm. Incorpora también un soporte para superficies planas y un soporte para ser colgado en la pared.



**Aplicación:** Invernadero, metereología, casa y jardín

Su selección	
Certificado de calibración	No necesito calibrar este instrumento

**Ref: 810-155**

**Precio: 26,64€ IVA incluido**

Este documento se generó el 22/04/2020, sus datos son de carácter informativo y no se considera vinculante para cliente o empresa.

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE PH

[14]

testo 206



### Datos técnicos / Accesorios

#### testo 206-pH2

Instrumento de mano para medir pH<sup>°</sup>C, módulo pH2 para sólidos/semi-sólidos, tapón con gel de almacenamiento, TopSafe y sujeción para pared/cinturón

Modelo 0503 2062



#### Set inicial testo 206-pH2

Instrumento de mano para medir pH<sup>°</sup>C, módulo pH2 para sólidos/semi-sólidos, tapón con gel de almacenamiento, soluciones de calibración 250 ml pH 4+7, TopSafe, sujeción para pared/cinturón y maletín de aluminio

Modelo 0503 2066

#### Datos técnicos generales

Temperatura de func.	0 ... +80 °C
Temperatura de almacenamiento	-20 ... +70 °C
Número canales de medición	2 canales
Compensación de temperatura	automático
Intervalo de medición	2 mediciones por segundo
Tipo de pila	1 CR2032
Material de la carcasa	Instrumento: ABS, TopSafe: PU
Grado de protección	con TopSafe: IP 68
Autonomía	80 h (Auto Off 10 min)
Medidas	197 x 33 x 20 mm (110 x 35 x 20 mm sin sonda ni TopSafe)
Peso	62 g
Pantalla	LCD de 2 líneas



testo 206-pH2: sonda pH2 para alimentos sólidos/semi-sólidos

Ideal para pruebas y mantenimiento de lubricantes de refrigeración mezclados con agua (según BGR 143).

#### Tipos de sensor

	Electrodo de pH	NTC
Rango de medición	0 ... 14 pH	0 ... 80 °C (brevemente hasta +80 °C máx. 5 min.)
Exactitud ±1 dígito	±0.02 pH	±0.4 °C
Resolución	0.01 pH	0.1 °C

#### Accesorios

#### Modelo

#### Accesorios para instrumentos de medición

Sonda de pH de repuesto para testo 206, con capuchón de almacenamiento con gel	0550 2062	
Capuchón de almacenamiento para testo 206 con relleno de gel KCl	0554 2067	
Batería botón de litio	0515 5028	
Solución tampón pH 4.01 en botella dosificadora (250 ml) con certificado de calibración DAkkS	0554 2061	
Solución tampón pH 7.00 en botella dosificadora (250 ml) con certificado de calibración DAkkS	0554 2063	

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS SONDA DE TEMPERATURA

[15]



**GESA Termómetros, S. L.**  
 C/ Barrikako Bidea, Polígono Industrial Igeltzera Pabellón D3  
 Urduiz (Vizcaya) España  
<https://www.termometros.com>  
 Teléfono: (+34) 946 76 63 64

### Termómetro digital con sonda para catering **CATERTEMP**



El termómetro digital portátil Catertemp está especialmente diseñado para el uso en catering y en procesos industriales de alimentación. Su rango de trabajo es desde -49.9°C hasta los 299.9°C, su resolución de décima de grado lo hacen muy preciso al igual que su precisión de  $\pm 0.4^\circ\text{C}$  en el rango de -49.9°C a 199.9°C, para el resto del rango  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Su sonda de lectura rápida hace que sea un equipo sencillo y completo.



La carcasa fabricada en plástico ABS, incorpora un aditivo antibacteriano, "Biomaster". Su gran pantalla LCD nos muestra la temperatura y también un aviso de batería baja.

Dispone un sistema de auto apagado al cabo de 10 minutos, maximizando así la vida útil del equipo. También cuenta con la función "Hold" que permite mantener una temperatura en pantalla.

El termómetro Catertemp viene provisto de una sonda fija de penetración en acero inoxidable de 130mm, termopar tipo K; con un cable de conexión de 500mm recubierto de PVC.

**Aplicaciones:** Cocina, hostelería, carnes

Su selección	
Certificado de calibración	No necesito calibrar este instrumento

**Ref: 221-046**

**Precio: 109,76€ IVA incluido**

## HOJA DE CARACTERÍSTICAS Sonda Humedad

[16]

Rango	0 ... 100 %
Error máximo permitido (absoluto)	$\Delta = 0,02 + 0,025 \cdot W$ (véase la Nota 1)
Rango de medición de temperatura	-40 ... +150 °C
Temperatura operativa	0 ... +90 °C (ambiente industrial estándar) 0 ... +115 °C (rango de temperatura superior) 0 ... +250 °C (uso de instalaciones de secado de madera)
Modos de trabajo	Funcionamiento en continuo
Cuota de medición	0,2 s
Alimentación	24 V DC
Intensidad absorbida	200 mA
Tiempo de calentamiento (puesta en marcha)	90 min
Salidas	De serie RS485 Modbus RTU (longitud del cable máx. 1000 m) Salida analógica 4 ... 20 mA (longitud del cable máx. 100 m)
Dimensiones (Sensor)	500 ... 1000 mm (según el tipo de uso)
Dimensiones (Unidad electrónica)	255 x 145 x 55 mm
Tipo de protección (Sensor)	IP67
Tipo de protección (Unidad electrónica)	IP54
Peso (Sensor)	Aprox. 5 kg
Peso (Unidad electrónica)	Aprox. 2 kg
Peso (Unidad electrónica, protección ATEX)	Aprox. 8 kg
<b>Nota 1</b>	
Humedad W [%]	Desviación $\Delta W$ [%]
0 ... 6	0,3
6 ... 8	0,4
8 ... 10	0,5
10 ... 20	1,0
20 ... 50	2,5
50 ... 100	5,0

